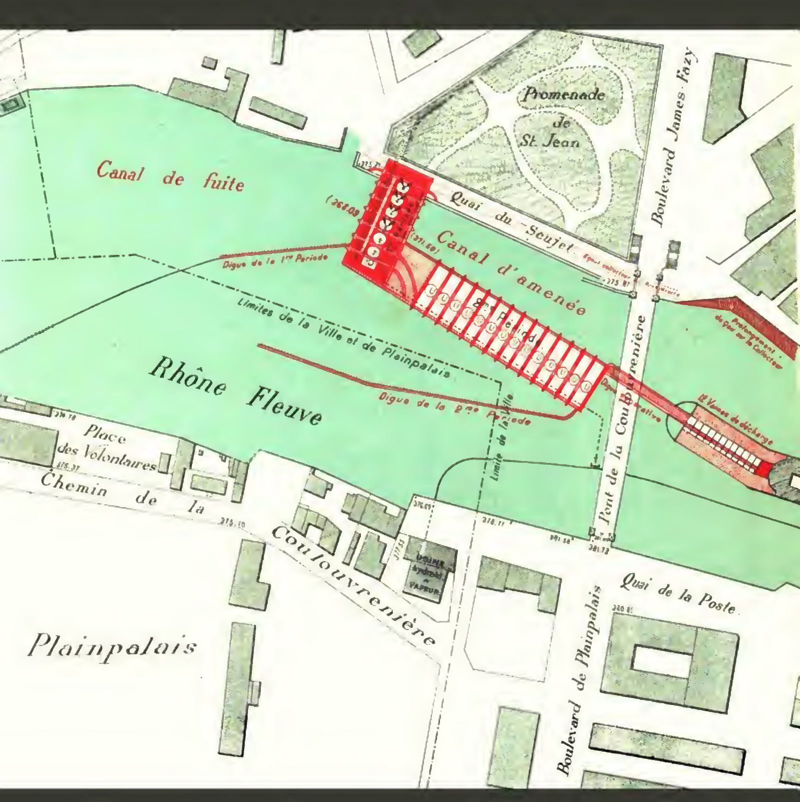
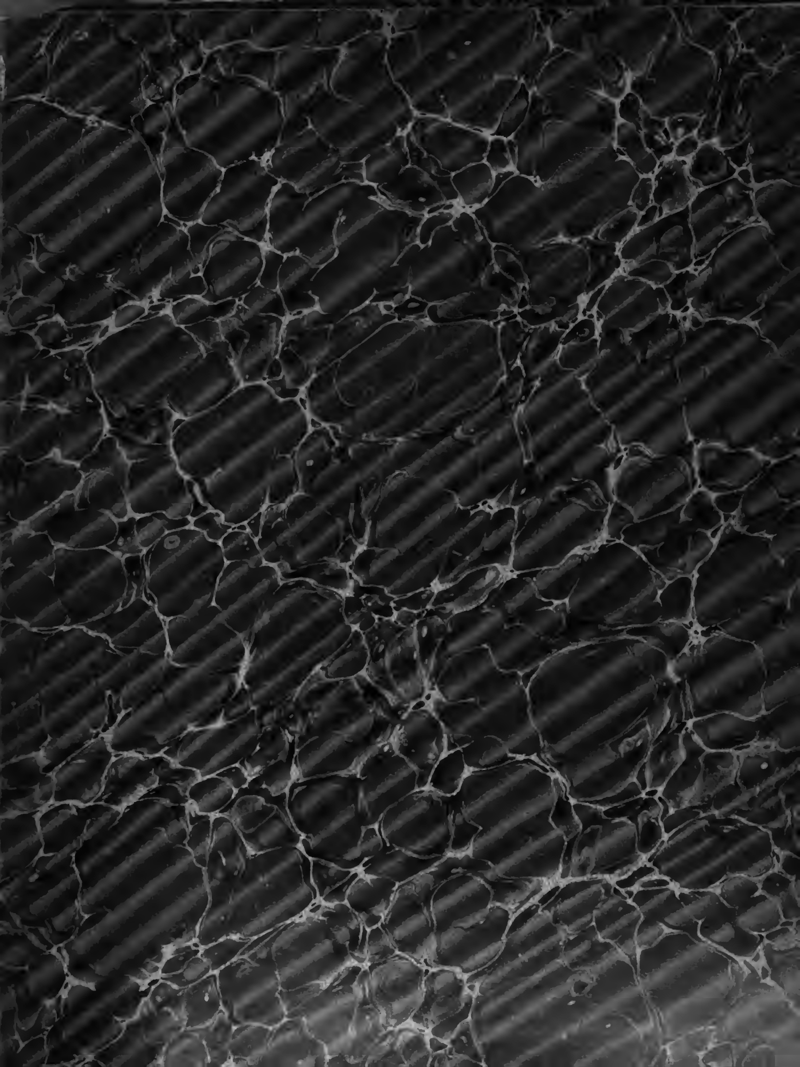


Utilisation des forces motrices du Rhone et régularisation du lac ...

Geneva (Switzerland). Conseil administratif, Théodore Turrettini, Geneva (Switzerland)



Transferred to
Eng 968.90 PF
Harvard Co
FROM THE
GEORGE HAY
OF BO
26 Jul
TRANS
HARVARD
LIBR



Geneva, Switzerland — Conseil administratif

VILLE DE  GENÈVE

UTILISATION

DES

FORCES MOTRICES DU RHONE

ET

RÉGULARISATION DU LAC LÉMAN

TRAVAUX EXÉCUTÉS PAR LA VILLE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE

TH. TURRETTINI

INGÉNIEUR

CONSEILLER ADMINISTRATIF DÉLÉGUÉ AUX TRAVAUX

Texte accompagné d'un Atlas de 40 planches

GENÈVE

PUBLIÉ PAR LES SOINS DU CONSEIL ADMINISTRATIF

1890

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TEXTE

CHAPITRE VIII

CONCESSION DES FORCES MOTRICES DU RHÔNE A LA VILLE DE GENÈVE

CHAPITRE IX

LE PLAN DÉFINITIF

CHAPITRE X

L'EXÉCUTION DES TRAVAUX

CHAPITRE XI

LA CONVENTION INTERCANTONALE POUR LA RÉGULARISATION DU LAC LÉMAN

CHAPITRE XII

CHAPITRE XIII

LE DÉVELOPPEMENT DES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES EN 1886-1887

CHAPITRE XIV

DÉVELOPPEMENT DES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES EN 1888

CHAPITRE XV

CHAPITRE XVI

DESCRIPTION DES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN RÉGIE CO-INTÉRESSÉE PAR M. J. CHAPPUIS, INGÉNIEUR

CHAPITRE XVII

DESCRIPTION DES INSTALLATIONS MÉCANIQUES

CHAPITRE XVIII

TABLEAUX

PIÈCES ANNEXES

TABLE DES PLANCHES ACCOMPAGNANT LE TEXTE

TABLE DES PLANCHES DE L'ATLAS

PLANS

VUES

PRÉFACE

Par sa situation géographique, la Ville de Genève est placée dans une situation économique particulièrement difficile.

A l'extrême avant-garde et pénétrant comme un coin dans le pays voisin, Genève se trouve presque complètement exclue, par la distance, de son marché politique naturel qui est la Suisse. Grâce aux barrières douanières qui l'enserrent de toute part, elle est également dans une situation de grande infériorité pour entamer la lutte industrielle sur son marché géographique naturel, les départements français limitrophes.

Enfin, sans ressources agricoles, vu l'exiguïté de son territoire, elle est entourée de contrées dont l'agriculture est la ressource exclusive. Genève se trouve donc éloignée de tout centre industriel important.

Et cependant Genève a joui dans le temps d'un développement industriel considérable. Des usines, des fabriques, des métiers aujourd'hui complètement disparus ont fleuri aux siècles passés.

Les causes de cette prospérité lointaine sont faciles à comprendre. La vapeur était encore inconnue, l'emploi des hautes chutes d'eau n'était pas encore entré dans la pratique, et la roue de moulin primitive, la *tourne*, comme on l'appelait à Genève, était le seul moyen connu d'utiliser les forces naturelles; le courant du Rhône se prêtait d'une façon particulièrement heureuse à l'établissement de ces moteurs simples. Le volume d'eau du fleuve était considérable en toute saison, la vitesse du courant était favorable, grâce à une forte dénivellation à la sortie du lac, enfin le fleuve ne charriait pas et l'entretien des artifices en était rendu très économique.

Grâce à ces conditions spéciales, l'industrie s'était peu à peu concentrée à cheval sur le fleuve même, et toute une ville industrielle s'était construite sur le Rhône, chacun voulant avoir sous sa maison même, sa roue pendante pour actionner son métier.

L'encombrement des deux bras du Rhône était arrivé à son comble lorsque survint le grand incendie de 1670, qui détruisit tout ce quartier lacustre et porta un préjudice considérable à l'industrie genevoise.

Toutefois de nouvelles usines ne tardèrent pas à reparaitre sur le fleuve et vers la fin du siècle dernier plusieurs roues tournaient encore dans la Ville et alimentaient des industries florissantes.

L'apparition de la vapeur porta un coup fatal à ce développement économique, pendant que l'élévation continue des barrières douanières limitait les transactions commerciales.

En même temps, un autre facteur venait diminuer peu à peu la force productive de Genève. Dès la fin du dix-septième siècle, les riverains du Léman, sur la côte vaudoise, se plaignaient des hautes eaux d'été du Lac et attribuaient aux ouvrages de toute espèce élevés à son débouché, moulins, ponts, etc., les dommages dont ils souffraient. La discussion dura deux siècles, mais peu à peu l'Etat de Genève, désireux de montrer sa bonne volonté, profitait de toutes les circonstances pour faire disparaitre les obstacles artificiels qui entravaient le cours du fleuve.

De fréquents incendies vinrent lui faciliter singulièrement cette tâche; aussi, au début des travaux du Rhône en 1883, ne restait-il plus une seule roue appartenant à l'industrie privée dans toute la traversée de la Ville. Les quelques roues qui subsistaient encore étaient établies en aval, sur le territoire des communes de Plainpalais et du Petit-Saconnex.

Il appartenait à l'Administration municipale de la Ville de Genève, qui avait déjà développé depuis deux siècles son service hydraulique, de mettre de nouveau en valeur la richesse improductive du Rhône et de permettre à ses habitants de reprendre la lutte industrielle sur un terrain qui avait eu un passé prospère et renommé. Il lui appartenait de résoudre ce problème, en même temps que deux autres non moins complexes : la satisfaction donnée aux plaintes séculaires des riverains du Lac par l'abaissement du niveau des hautes eaux et la création sur les deux rives du Rhône de grands collecteurs emmenant les eaux contaminées en aval de la Ville et rendant aux eaux du port, et du fleuve leur limpidité et leur salubrité anciennes, et à Genève son antique réputation hygiénique.

Cette œuvre d'ensemble est aujourd'hui terminée et ses heureux résultats sont dès maintenant connus.

En faisant une publication embrassant tout l'ensemble du travail, savoir : l'historique des installations et des projets antérieurs ainsi que des études qui ont précédé l'exécution, la description des travaux proprement dits, leur coût et leurs résultats économiques, industriels et hygiéniques, le Conseil administratif de la Ville de Genève poursuit un but multiple :

Il veut d'abord mettre sous les yeux des Autorités municipales qui ont voté les fonds et des contribuables genevois qui ont payé cette augmentation du capital productif de la communauté, la preuve que l'argent qui a été confié au Conseil administratif a été sagement et heureusement dépensé. Il pense apporter sa pierre à l'édifice de la science en mettant sous les yeux des ingénieurs de tous pays l'exécution d'un travail qui présentait des difficultés considérables, en leur montrant le système adopté pour mener à bien la création de la force et sa distribution dans toute l'agglomération genevoise.

Si les études étaient maintenant à faire, quelques modifications seraient sans doute apportées au plan d'ensemble; entre autres la distribution de la force par l'électricité aurait marché de pair avec la transmission hydraulique. Rien, du reste, n'empêche l'application de la transmission électrique pour utiliser la force d'un certain nombre de turbines restant à mettre en place. L'étude est prête et l'exécution prochaine.

La Ville de Genève doit la réussite de ce grand travail au dévouement d'un grand nombre, administrateurs, ingénieurs, ouvriers; il lui est impossible de les nommer tous, quoique sa reconnaissance leur soit acquise. Elle veut cependant rappeler les noms de trois hommes qui ne sont plus et qui, chacun dans leur sphère, ont aidé à la réussite de l'œuvre commune : Ce sont : Eugène Empeyta et Edward Pictet, qui, de 1882 à 1886, ont présidé le Conseil administratif qui a conçu et exécuté l'œuvre jusqu'à la mise en marche des nouvelles installations; E. Merle d'Aubigné, l'actif et intelligent directeur du Service des Eaux de la Ville de Genève, qui par ses écrits, avait fait comprendre à ses concitoyens que l'Utilisation des Forces motrices du Rhône devait être le bien de tous, et qui par ses études préliminaires, a grandement contribué au succès. Eloigné par la maladie dès le premier mois des travaux, il devait être enlevé peu après sans avoir vu l'achèvement du grand travail auquel il s'était dévoué.

Genève, le 25 avril 1890.

Au nom du Conseil Administratif :

Le Président,

Th Turrettini.



LES TRAVAUX DU RHONE

LES FORCES MOTRICES DU RHONE

CHAPITRE PREMIER

Les anciennes alimentations d'eau de la Ville de Genève

Epoque romaine et moyen âge

Genève, par sa situation à l'extrémité d'un grand lac et dans le voisinage rapproché des montagnes, pouvait s'alimenter d'une eau également pure, soit en amenant l'eau potable par des aqueducs, du pied des hauteurs, soit en élevant l'eau du lac dont la limpidité est remarquable.

Le premier de ces systèmes est naturellement celui qui a prévalu à l'époque ancienne, alors que les procédés mécaniques pour élever l'eau étaient encore dans l'enfance.

Comme toutes les localités romaines de quelque importance[1], Genève était pourvue d'un service d'eau potable assez bien établi. Un aqueduc, dont les traces se retrouvent de loin en loin sur la route de Chêne, et qui alimente encore quelques puits, ainsi qu'une fontaine de Chêne-Bourg, allait prendre l'eau à Cranves, derrière Monthoux (10 kilomètres de Genève).

Aux environs de la Boissière, il se bifurquait, une branche venant desservir la ville haute par Malagnou, une autre les Eaux-Vives. C'est sans doute cet aqueduc qui fournissait l'eau aux réservoirs (*lacus*) donnés par Julius Brocchus Valérius Bassus aux habitants de Genève.

Cet aqueduc, dans les parties où il a pu être visité, est assez grand pour qu'un homme puisse y circuler aisément. Il est en briques et de forme ovoïde, avec un radier horizontal.

Cette alimentation d'eau d'origine romaine a suffi, avec les citernes qui existaient nombreuses dans la vieille ville, pendant toute l'époque romaine et le moyen âge.

Au quinzième siècle, la question d'une augmentation de l'apport d'eau potable fut agitée. L'on décida en 1446 de faire conduire les eaux d'une fontaine qui était dans le village du Coin, au pied du mont Salève (7 kilomètres de Genève), et l'on retrouve les traces d'un acte de 1447, par lequel Louis, duc de Savoie, permet pour lui et ses successeurs aux syndics, citoyens, etc.,

[1] *Genève et la colonie de Vienne*, par Ch. Morel, 1888.

de Genève *de tirer des eaux de la montagne du Salève, du lieu dit du Coin et de les conduire par ses terres jusque dans la ville, pour y construire des fontaines.*

En 1460, Maître Gabriel, juif d'Avignon, offre au Conseil de faire venir des fontaines en treize endroits de la ville, et pour sa peine, sans les autres choses qu'il lui faut fournir, demande 800 écus. On lui offre seulement 500 écus, et l'affaire tombe.

En 1494, le curé d'Oste, au diocèse de Genève, fait une proposition semblable. On décide de s'entendre, pour la dépense, avec l'évêque et le chapitre, mais on ne peut trouver l'argent. Le travail était estimé à 1,000 florins.

En 1512, un expert allemand vient avec des propositions nouvelles, on le défraye, et c'est tout.

Enfin, en 1520, on décida d'établir des fontaines coulantes au Bourg-de-Four, devant Saint-Pierre et devant la maison de ville ; déjà en 1504 une fontaine avait été placée à la Fusterie.

En 1566, il fut question d'amener de Saconnex-le-Petit *grande quantité d'eau qui est d'égale hauteur au clocher neuf de Saint-Pierre, on s'en pourrait faire une fort belle fontaine devant la maison de ville, et encore au Collège. Attendu les bruits qui courent et qu'on a d'autres affaires plus* **prétifs**, *arrêté de s'en* **départir** *jusqu'à meilleure opportunité.*

C'est à la fin du 16[me] siècle qu'apparaissent les premières propositions pour doter Genève d'une élévation d'eau. En 1584, Ant. de Gaillon propose d'établir sur le Rhône moyennant cent écus et les bois nécessaires, une machine hydraulique destinée à fournir l'eau à toute la ville, machine qu'il reconnaîtrait en fief à la Seigneurie. Le projet fut approuvé comme très utile, mais on en resta là.

En 1611, Jaques Gentillatre offre de faire monter l'eau du Rhône par toute la Ville et en montre le *pourtrait.*

En 1617, un Ecossais présente un mémoire pour élever l'eau du Rhône de l'épaisseur d'un pied de diamètre dans le haut de la ville pour en faire ensuite la distribution dans les rues.

En 1619, Bénédict Crans d'Augsburg, vient de Lyon pour faire de semblables propositions. Il demande mille pistoles. On le remercie de la peine qu'il s'est donnée.

En 1658, on rejette la proposition de Jean Archimbaud, qui, pour mille écus, s'engage à élever l'eau dans le haut de la Ville pour alimenter abondamment les fontaines.

Première machine hydraulique

1708

Enfin[1], en 1708, Abeille, architecte parisien, originaire de Bretagne, fit agréer ses offres pour l'établissement d'une machine qui fournirait l'eau à six fontaines et qui devait être au bout de vingt ans rachetée de lui par la Seigneurie, qui lui promettait d'ailleurs un traitement annuel de quatorze cents livres. Toutes ces conditions ne purent être exactement remplies : il paraît qu'Abeille, dans son établissement, ne tint pas assez compte de la différence de hauteur des eaux du Rhône, suivant les saisons, et que les moyens qu'il employa pour y remédier eurent eux-mêmes beaucoup d'inconvénients.

Sur les grandes plaintes qu'on fit, en 1726, du mauvais état des fontaines, on dressa un

[1] *Description de Genève, ancienne et moderne,* par H. Mallet, 1807.

inventaire de la machine pour en faire la remise à la Seigneurie, qui la reprit en payant dix mill écus à Abeille; tout ce dont on peut juger sur cet inventaire, c'est que cette machine est bien éloignée de la simplicité de celle qui lui succéda, et que grâce aux défauts de sa construction primitive, elle allait extrêmement mal. En 1727, Maritz, du canton de Berne, en ayant obtenu la direction, remplaça tout ce mécanisme mal entendu, par une seule roue de 24 pieds de diamètre, dont l'arbre armé de six *triangles*, élevait les pistons de six corps de pompes, et en 1732 il engagea à établir un second équipage tout pareil pour en avoir dans tous les cas un en bon état, et prévenir toute interruption du service.

A la retraite de Maritz dans sa patrie, il fut remplacé par Grandnom, qui, plutôt artiste ingénieur que théoricien éclairé, prétendit qu'en substituant des étoiles à cinq rayons aux triangles qui mettaient les pompes en mouvement, il obtiendrait une augmentation d'eau dans le rapport de trois à cinq; il y en eut une en effet, mais fort au-dessous de ce qu'il attendait de ce changement qui d'ailleurs fut mal exécuté et devint sujet à de fréquentes réparations très dispendieuses.

Un barrage placé en éventail dans le Rhône créa la chute nécessaire au fonctionnement de la roue. Il était composé de pieux, de planches en partie fixes et en partie mobiles.

Les derniers vestiges de ce barrage disparurent lors de l'approfondissement du bras gauche du Rhône en 1884.

La machine Abeille alimenta les anciennes fontaines. On y ajouta six fontaines nouvelles, sur la place de l'Hôtel-de-Ville, au Bourg-de-Four, au Molard, sur la place Saint-Gervais, au Grand-Mézel et dans la cour de l'Hôpital.

Cette machine hydraulique fonctionna sans qu'il y fût apporté de changement important, dès cette époque jusqu'en 1843.

Deuxième machine hydraulique

1843

En 1838, l'ingénieur Cordier, de Béziers, avait fait accepter les plans d'une nouvelle installation hydraulique, qui fut exécutée par lui pour le compte de la Ville de Genève.

La nouvelle machine devait être placée dans le lit même du fleuve, à 20 mètres environ en amont de la tête de l'Ile.

Elle avait été décrétée par la loi du 22 mai 1839, et était devisée à Fr. 500,000 se décomposant comme suit:

Trois piles du bâtiment	Fr.	60,000
Enrochements, radier et vannes	»	21,600
Construction du bâtiment	»	33,000
Pont de communication avec l'Ile	»	4,225
Barrage du bras droit	»	37,000
Etablissement de fontaine	»	21,000
Construction de deux équipages de pompes	»	118,500
Fourniture et pose des conduites d'eau	»	199,675
Divers	»	5,000
Total	Fr.	500,000

Les équipages de roues et de pompes se composaient de deux roues Poncelet, actionnant chacune, par deux manivelles placées à chaque extrémité de l'arbre, d'énormes bielles en fonte.

Ces bielles commandaient les tiges des pistons de deux corps de pompes verticaux. Tout l'équipage, roues et pompes, pouvait se monter ou se baisser à volonté, suivant le niveau du lac, au moyen de puissants vérins. Mais l'on renonça bientôt à faire mouvoir ces énormes masses. La vitesse de ces pompes variait de 2 à 5 tours à la minute. La dépense totale atteignit Fr. 592,000.

Pendant la construction du barrage, l'établissement, sur le barrage même, d'une passerelle à piétons fut décidé. Cette passerelle reçut le nom de pont de la Machine. Un crédit de Fr. 60,000 fut voté pour son exécution.

Une réception provisoire de l'installation hydraulique fut faite en juin 1843, mais le 25 juillet de la même année, l'arbre de la roue de l'équipage de droite se rompit. Après la réparation une nouvelle expertise eut lieu, qui conclut à la réception définitive de l'installation. Les trois experts étaient le colonel (plus tard général) Dufour, M. Wolfsberger, inspecteur des travaux et M. le professeur Colladon, ce dernier nommé par la Faculté des Sciences de l'Académie qui, d'après la convention passée avec M. Cordier, devait désigner le sur-expert. En bonne marche l'installation fournissait 4,500 litres à la minute.

L'une des roues de l'ancienne machine Abeille fut démolie, ainsi que le bâtiment sur pilotis qui la contenait; l'autre roue fut louée à l'industrie privée, et ne disparut, avec le bâtiment qui la contenait, qu'en 1880.

Construction de l'annexe de droite

1862

La machine hydraulique Cordier suffit à l'alimentation de la ville jusqu'en 1862, où fut décidée la construction d'une annexe placée du côté du bras droit du Rhône. Un crédit de Fr. 140,000 fut mis par le Conseil municipal à la disposition du Conseil administratif pour l'exécution de ce travail.

L'installation projetée consistait dans:

1° L'établissement d'une pile semblable à celles de l'ancienne installation Cordier, sur le côté droit de la machine.

2° L'élargissement de la pile droite de l'*ancienne* installation.

3° Le prolongement du bâtiment sur toute la largeur ainsi formée.

4° L'établissement d'une roue Poncelet de 10 mètres de diamètre, et de deux corps de pompes.

5° Le reliement des canalisations à l'ancienne installation.

La mise en marche eut lieu en 1864; les pompes élevaient environ 4,500 litres par minute à 4 ½ atmosphères, doublant ainsi le volume d'eau disponible. La force de la roue variait de 34 à 60 chevaux.

Malheureusement, un accident grave interrompit, bientôt après sa mise en marche, le fonctionnement de cette nouvelle installation.

Au commencement d'août 1866, l'arbre principal de la roue se rompit. Cet arbre pesait 7,000 kilog. et était en fer forgé. Une réparation fut essayée, mais sans succès.

Une nouvelle roue fut construite, et se rompit de nouveau en juin 1867; malgré ces contre-temps, le service fut continué tant bien que mal moyennant une réparation provisoire.

Construction de l'annexe de gauche

1868

En avril 1868, un concours fut ouvert pour la création d'une nouvelle annexe, du côté gauche de l'ancienne installation Cordier.

Cinq projets furent présentés, mais aucun ne parut répondre absolument aux desiderata, et le professeur Callon, professeur à l'Ecole centrale de Paris, fut chargé par la Ville d'étudier à nouveau la question.

Callon proposa l'emploi d'une turbine à siphon, système Girard, actionnant par une manivelle placée à l'extrémité de son arbre deux pompes Girard, placées à 90°.

Le Conseil municipal vota ce projet le 10 septembre 1869.

La dépense projetée s'élevait à Fr. 192,000, se décomposant comme suit:

Piles, batardeau et bâtiment de l'annexe gauche.	Fr.	78,000
Turbine Callon et pompe Girard	»	87,000
Digues, pont, divers et imprévu.	»	27,000
Total	Fr.	192,000

MM. Callon et Girard furent chargés de l'exécution de toute la partie mécanique.

La turbine devait élever 4,000 litres à la minute à 50^{m} de hauteur.

Pendant l'exécution de cette nouvelle annexe, une rupture se produisit encore à la roue de l'annexe de droite. Une réparation devenait impossible, et le Conseil administratif dut proposer, le 18 novembre 1870, d'enlever complètement la roue et les pompes de l'annexe de droite construite en 1863, pour les remplacer par une roue à hélice, système Girard, actionnant deux corps de pompe. La maison B. Roy et C°, de Vevey, devait être chargée de cette exécution. Le devis de la transformation s'élevant à Fr. 76,000 fut voté le 25 novembre 1870. Malheureusement l'Administration municipale devait avoir de nouveaux déboires.

La turbine Callon se construisait en Alsace. La guerre de 1870 survint pendant son exécution, et tous les travaux durent être suspendus jusqu'au 26 septembre 1871. L'entrepreneur des maçonneries était mort dans l'intervalle, et Girard, l'inventeur du système, avait été tué pendant la guerre.

L'installation ne put donc être mise en marche que le 15 juin 1872. Elle fonctionna dès lors d'une façon satisfaisante jusqu'à sa démolition en 1886, démolition résultant de la nouvelle installation municipale des Forces motrices.

Quant à l'installation transformée de l'annexe de droite, la disposition de commande des pompes par la roue hélice était telle que tous les passages des points morts étaient simultanés et amenaient un ébranlement si considérable de tout le système qu'une transformation nouvelle

s'imposa; ce fut en 1875 seulement que cette machine put fonctionner plus ou moins régulièrement, après un surcroît de dépense pour la Ville de plus de Fr. 65,000.

Pendant toute cette période transitoire, les roues Cordier durent suffire seules à l'alimentation de la ville, alimentation qui commençait dès 1872 à prendre un grand développement par l'emploi de moteurs hydrauliques dans l'industrie privée.

Pendant cette période, en décembre 1872, la Ville avait décidé la construction d'un réservoir de 5000 mètres cubes de capacité. Ce réservoir fut placé au sommet du bois de la Bâtie, sur une colline située à 2 kilomètres au sud de la Ville.

L'altitude du réservoir au-dessus du lac était de 50^{m}. Le devis était de Fr. 200,000, y compris la canalisation destinée à l'alimenter.

Le développement continu du service des eaux sous l'intelligente administration de son nouveau directeur, l'ingénieur Emile Merle d'Aubigné, amena bientôt les autorités municipales à examiner la possibilité de développer encore le volume d'eau à distribuer.

Construction des machines hydrauliques à vapeur

1880

La quantité d'eau disponible n'atteignait guère plus de douze mille litres à la minute lorsque les deux roues et les deux turbines fonctionnaient simultanément. Il fallait à tout prix trouver la possibilité de créer des pompes nouvelles, et d'autre part l'Etat de Vaud, à la suite des hautes eaux de 1877 et de 1879, venait d'intenter un procès à l'Etat de Genève, procès tendant à faire disparaître tous les obstacles artificiels mis à l'écoulement du Rhône. Une installation nouvelle sur le fleuve, pour en utiliser la force, était donc impossible.

Le Conseil administratif se décida à recourir à l'emploi de machines à vapeur destinées à actionner de nouvelles pompes à construire.

Un emplacement fut acheté à la Coulouvrenière, à l'extrémité du quai de la Poste, pour la somme de . . . . Fr. 60,500

Puis un crédit de . . . . » 239,500

fut voté le 30 septembre 1879, pour l'acquisition des machines et des chaudières et la construction du bâtiment et de la cheminée, ce qui porta à . . . . Fr. 300,000

le coût probable de l'installation à vapeur.

Le projet adopté était celui présenté par la maison Escher, Wyss et C°, de Zurich.

L'installation se composait:

a) De deux chaudières fumivores, système Tenbrink, de 120 mètres carrés de surface de chauffe chacune.

b) De deux machines à vapeur développant, à 30 tours, 100 chevaux chacune, et à 45 tours 150 chevaux, chacune des machines à vapeur commandant par la contre-tige du piston une double pompe hydraulique, système Girard.

Le volume d'eau élevé par minute et par machine devait être de 6,000 litres à 30 tours, et de 9,000 litres à 45 tours. La course des pistons était de $1,100^{mm}$. La consommation de charbon ne devait pas dépasser 1 kil. 250 par cheval en eau montée.

Les constructeurs ont scrupuleusement tenu leurs engagements, et la mise en marche a eu lieu en juillet 1880 dans les conditions du cahier des charges. La dépense de charbon a été, aux essais, de 1 kil. 130 par cheval, en eau montée.

Le coût total de l'installation hydraulique à vapeur atteignit Fr. 340,000, y compris l'achat du terrain.

Telles étaient les installations hydrauliques de la Ville de Genève, au moment où elle entreprit l'œuvre d'utilisation complète des Forces motrices du Rhône, en 1882.

Situation financière du Service des Eaux de 1839 à 1880

Il n'existe pas de compte exact des frais d'installation et d'entretien de la machine qui fonctionna de 1708 à 1843.

Ce n'est donc qu'à partir de l'installation des roues Cordier que l'on a pu reconstituer la comptabilité du service des Eaux de Genève.

Cette reconstitution fut faite en 1882 par les soins de l'ingénieur du service des Eaux, Merle d'Aubigné (voir rapport présenté au Conseil municipal par le Conseil administratif au sujet de l'utilisation des eaux du Rhône, du 21 mars 1882.)

Première période 1839-1870

Les dépenses d'installation effectuées pendant cette période atteignirent la somme de Fr. 1,228,605, somme qui se trouvait réduite en 1870 à Fr. 336,831 par les amortissements annuels.

La vente de l'eau aux particuliers, qui n'était que de Fr. 1629 en 1841, atteignit Fr. 22,133 en 1860 et Fr. 61.271 en 1870.

Les dépenses d'entretien, de Fr. 5,104 en 1841, atteignaient Fr. 14,800 en 1860, et Fr. 23,234 en 1870.

Deuxième période 1870-1880

Cette période de dix ans, de 1870 à 1880, est marquée par un accroissement considérable du service de distribution d'eau ; d'une part, l'emploi de l'eau ménagère dans les maisons prenait chaque jour un plus grand développement; d'autre part, la distribution de force motrice hydraulique prenait son essor dans les circonstances suivantes :

Au commencement de 1871, M. l'ingénieur Turrettini demanda au Conseil administratif, au nom de la Société pour la construction d'Instruments de Physique, qu'il dirigeait, d'établir un moteur hydraulique, système Schmid (machine à colonne d'eau à cylindre oscillant) à titre d'essai chez un industriel de la ville ; en cas de réussite, il demandait de pouvoir faire d'autres installations semblables.

L'autorisation lui fut accordée à ses risques et périls. La Société d'Instruments de Physique

faisait, pour le compte de la Ville, l'encaissement des sommes à percevoir pour vente d'eau, et était seule responsable des installations faites. Le contrat était passé pour trois années, et dura jusqu'à fin 1874.

Dès la quatrième année, les recettes de la Ville pour vente de force motrice atteignaient Fr. 27,175. Le volume d'eau dépensé en 1875 pour la force motrice était de 543,400 mètres cubes, et le nombre des moteurs établis en quatre ans était de 62

En 1880, le produit de la vente d'eau pour la force motrice atteignait Fr. 48,034, avec 960,700 mètres cubes dépensés et 111 moteurs établis.

La force des moteurs variait de un à quatre chevaux ; le moteur système Schmid était exclusivement employé. L'eau dépensée était mesurée par un compteur de tours, le débit par tour étant constant pour chaque moteur.

En même temps, les recettes de vente d'eau ménagère passaient de Fr. 65,239 en 1871 à Fr. 154,130 en 1880, de sorte que les recettes totales du service des eaux, non comprise l'eau employée pour les services municipaux, s'étaient accrues en dix ans de Fr. 65,239 à Fr. 202 164.

Le capital engagé en 1880, amortissements déduits, était de Fr. 1,187,296.

Le prix de revient du mètre cube était de 2 $^{1}/_{2}$ centimes. Les frais d'exploitation, de Fr. 25,316, en 1871, atteignaient Fr. 45,019 en 1880.

Le bénéfice net du service des eaux, intérêt et amortissement déduits, arrivait en 1880 à Fr. 136,730 50, en y comprenant, en recettes, les eaux employées pour les services municipaux à leur prix de revient.

CHAPITRE II

Le Lac Léman

Limnimètrie

Le lac Léman ou lac de Genève placé dans le bassin du Rhône entre les Alpes et le Jura est alimenté en première ligne par le Rhône dont le régime est principalement réglé par la fonte des grands glaciers du Valais où le Rhône prend sa source.

Il en résulte que le moment des hautes eaux du lac coïncide avec l'époque des chaleurs, et que les eaux sont d'autant plus hautes qu'il y a coïncidence de chaleur et de pluie.

La superficie actuelle du lac Léman est de 577,84 kilomètres carrés. Une différence de 66,88 mètres cubes par seconde, entre les entrées d'eau et les sorties, correspond à une élévation ou un abaissement d'un centimètre en vingt-quatre heures.

On peut diviser le bassin du Rhône en amont du lac en deux régions[1]:

La région occupée par les glaciers est de	1041.44	kil. carrés
La région sans glacier est de	4341.22	»
Le bassin du Léman est de	2611.85	»
Total du bassin de réception	7994.51	»

De grands travaux ont été exécutés à diverses époques pour déterminer la hauteur au-dessus du niveau de la mer d'un point fixe situé à Genève même.

Ce repère qui a servi à la mesure de toutes les hauteurs en Suisse est une plaque en bronze scellée au sommet de l'une des pierres du Niton. Ce repère s'indique par les lettres PN. — Les pierres du Niton sont deux blocs erratiques d'un cube considérable qui se trouvent dans le port de Genève. On prétend que le nom de Niton indique que l'une de ces pierres a été un autel à Neptune. La plaque de bronze est fixée sur le bloc le plus éloigné du rivage.

Pour arriver à en connaître exactement la hauteur au-dessus de l'Océan, l'on s'est servi d'une triangulation commencée en 1829 sur les bords de la Manche, sous la direction du colonel Filhon. Ce travail avait pour base le niveau de l'eau dans dix-neuf ports de l'Océan, et il a eu pour résultat de montrer que le repère de la pierre de Niton est au-dessus de l'Océan de 376^{m} 64

Plus tard, le général Dufour adopta pour ce repère la cote de. . 376^{m} 60
et plus récemment encore, le Bureau topographique fédéral a admis celle de 376^{m} 86

[1] Alph. Favre. *Description géologique du canton de Genève. 1880*, Tome II, p. 127.

Le niveau moyen des eaux du lac, obtenu en prenant la moyenne entre les hautes et les basses eaux était, d'après le général Dufour à . . 1^m 61
au-dessous du repère de la pierre du Niton, ce qui en prenant PN. = 376,64.
assignait aux eaux moyennes du lac une élévation de . . . . 375^m 03
ou en chiffres ronds . . . . 375^m —
au-dessus de l'Océan.

Le Prof. E. Plantamour, en calculant les hauteur moyennes annuelles des eaux de 1838 à 1873 a trouvé qu'elles étaient à . . . . 1^m 60
au-dessous de PN, soit à un centimètre près le chiffre trouvé par le général Dufour.

Le colonel Burnier a obtenu ce niveau moyen par une autre méthode, en prenant les niveaux moyens des eaux pendant les divers mois de l'année et il a démontré que ce niveau était à 1^m 60 sous PN.

Toutes ces questions se sont beaucoup compliquées depuis 1862, époque vers laquelle les ingénieurs français firent un nivellement général de la France sous la direction de M. Bourdaloue. La base de ces mesures était le niveau de la mer Méditerranée pris dans le port de Marseille. Par ce travail, le repère de la pierre du Niton a été coté à. . . . . . 374^m,052

En comparant la hauteur du repère de la pierre du Niton obtenue par
le colonel Filhon . . . . 376^m, 64
à celle obtenue par Bourdaloue. . . . . 374^m,052
on trouve que la première est de . . . . 2^m,588
plus forte que la seconde.

Mais on voit, dans la seconde livraison du Nivellement de précision de la Suisse (p. 147) que la hauteur donnée par Bourdaloue devait être probablement de . . . 374^m,070
en sorte que la différence serait de . . . . 2^m, 57

Pour toutes les études relatives à la régularisation du lac et à l'utilisation des forces motrices du Rhône, le repère PN. a été admis à la cote de . . . . 376^m, 64

Pour simplifier les lectures du limnimètre l'on a adopté un plan de comparaison ZL. (zéro Léman) passant à trois mètres au-dessous du repère de la pierre à Niton PN., auquel on a rapporté toutes les mesures relatives aux limnimètres.

Les changements dans le niveau du lac, si toutefois il y en a eu dans les vingt derniers siècles, ont été assez faibles pour que M. le Dr F.-A. Forel ait avancé, en 1870, que ce niveau a été constant depuis le commencement de l'époque lacustre [1].

Il est hors de doute que le niveau du lac Léman a été jadis beaucoup plus élevé que maintenant [2].

Sans vouloir remonter jusqu'à l'époque tertiaire il est aisé de constater que les anciennes plages étaient bien plus reculées et plus élevées que celles d'aujourd'hui.

Dans les temps préhistoriques et pendant de longues périodes, le lac s'est maintenu à des hauteurs de 30^m, puis de 11^m au-dessus de son niveau actuel (Alph. Favre 1867, Recherches géologiques, Tome I, page 32-35).

Dans sa notice sur les dépôts de la rivière d'Arve (Archives des Sciences, 1874), M. le Prof. Colladon, démontre de la manière la plus concluante que, à l'époque où l'Arve baignait le versant S.-O. de la colline de Genève, le niveau du lac était d'au moins 2^m plus élevé que de nos jours.

[1] *Bulletin Société vaudoise des sciences naturelles, 1870*, T X p. 573

[2] Tribunal fédéral. *Réponse de l'Etat de Genève dans le procès du niveau du Léman* 80

Une autre preuve manifeste du même fait nous est fournie par les restes de constructions lacustres de l'âge de la pierre qui se trouvent assez éloignés de la grève actuelle. Les constructions lacustres de l'âge de bronze suivirent forcément le retrait des eaux, en sorte que quelques-unes se retrouvent à proximité de la grève actuelle, et le plus grand nombre en plein lac.

A l'époque romaine, c'est-à-dire à une époque bien plus rapprochée de la nôtre, le niveau, quoique plus bas que celui de l'âge lacustre, dépassait cependant même celui de nos jours. Sur la rive droite, la grève pénétrait en plein quartier des Pâquis, à 200^{m} du rivage actuel. Sur la rive gauche, elle atteignait l'emplacement du Pré-l'Evêque et du quartier de l'Ile, c'est-à-dire à une plus grande distance encore.

Ce phénomène d'abaissement progressif s'est opéré pendant une période géologique d'une très longue durée; et a dû par conséquent s'accomplir avec une très grande lenteur, au point d'être entièrement masqué aux yeux de l'homme par les fluctuations accidentelles que le niveau subissait.

Deux particularités méritent d'être signalées parmi les circonstances dont l'écoulement du lac Léman dépend.

L'une est la présence du banc de Travers, nom donné à un plateau sous-lacustre qui s'étend d'une rive à l'autre, à très peu de distance de la ville de Genève, et qui constitue à proprement parler, le bord méridional de la cuvette formée par le lac.

Il est formé d'une argile très compacte, sur laquelle on ne remarque absolument point de matériaux déposés, si ce n'est une couche mince de sable fin que les eaux déplacent en divers sens, lorsque le vent les agite. C'est à peine si, dans les eaux exceptionnellement basses, il reste au banc de Travers une profondeur d'eau suffisante pour la navigation des barques.

L'autre particularité à mentionner est le confluent de l'Arve, rivière qui après avoir à une époque très ancienne, passé au pied de la colline de Genève, s'est peu à peu déplacée jusqu'au pied du versant N.-E. de la colline de la Bâtie et rejoint aujourd'hui le Rhône à environ 2 kilomètres de la sortie du lac.

En raison des matériaux abondants qu'elle charrie et des atterrissements qu'elle forme à son confluent, du volume d'eau considérable qu'elle débite en temps de crue, et enfin du peu de largeur du lit que l'intervalle entre des collines escarpées laisse sur un assez long parcours aux rivières réunies, l'Arve exerce sur l'écoulement du Rhône une grande influence.

Lors des fortes crues de cette rivière, le cours du Rhône se transformait en amont du confluent en une nappe d'eau presque dépourvue de vitesse, sur laquelle les roues hydrauliques qui y étaient échelonnées ne tournaient plus qu'avec une extrême lenteur.

L'histoire de Genève cite plusieurs phénomènes de ce genre dont l'intensité a été assez remarquable pour faire croire à des témoins que le courant du Rhône changeait de sens et retournait dans le lac.

Suivant les saisons ce phénomène eût pu se réaliser. Lors de la crue extraordinaire du 20 octobre 1888, le niveau de l'Arve a dépassé de 0^{m}50 le niveau des anciennes basses eaux du lac.

Pour éviter les inconvénients résultant de ces crues exceptionnelles, le gouvernement de Genève fit faire, à grands frais, en 1818, un travail considérable à la jonction de l'Arve et du Rhône.

Comme on le verra plus loin, la ville de Genève fait déplacer actuellement le point de confluent de l'Arve et du Rhône par une digue de 100 mètres de longueur.

Les travaux de limnimétrie du lac dataient de loin. Le premier limnimètre connu comme installé date de 1787. Le *Journal de Genève* du 1er septembre 1787, dit que dans le but de se

procurer une série d'observations de la hauteur du lac, la Société des Arts fit placer au printemps de cette année, dans l'un des murs latéraux de l'escalier du bassin, derrière la Grenette, une barre de bronze divisée en pieds et pouces. L'extrémité inférieure de la barre était placée à un pied au-dessous des basses eaux. Les observations ainsi que celle de la température de l'eau se faisaient à 2 heures après midi, toutes les 24 heures

Ce limnimètre servit aux observations jusqu'en 1806, où fut établi un limnimètre à flotteur dans l'ancienne machine hydraulique (machine Abeille).

En 1838, commencèrent les observations au limnimètre à flotteur du Grand-Quai ; ce limnimètre avait été établi par le général Dufour à l'extrémité de ce quai et a été décrit par ce dernier au tome VIII des mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle.

Au printemps de 1862, furent commencés les travaux qui avaient pour but la construction du pont du Mont-Blanc, la rectification de la partie orientale du quai et l'établissement de la promenade du lac, dit Jardin Anglais. Ces travaux entraînaient la translation du limnimètre, qui fut rétabli à l'extrémité du Jardin Anglais ; mais dans l'intervalle on plaça une échelle provisoire à l'île Rousseau où l'on effectua les lectures quotidiennes du niveau de l'eau depuis le 1er juin 1862 à la fin de l'année 1867.

Le nouveau limnimètre établi à l'extrémité du Jardin Anglais, fonctionna du 1er juin 1864 à ce jour et la lecture de cet instrument fut faite également tous les jours

Le prof. Emile Plantamour, dans son mémoire lu à la Société de Physique le 5 mars 1874, et intitulé : *Notice sur la hauteur des eaux du lac de 1838 à 1873*, établit le rapport exact du zéro de ces trois derniers limnimètres, ainsi qu'avec le plan de comparaison ZL.

A partir de 1877 jusqu'à aujourd'hui, M. Ph. Plantamour a relevé chaque jour le niveau moyen du lac [1] au moyen d'un limnimètre enregistreur qu'il avait fait placer dans sa propriété à Sécheron, à un kilomètre environ en dehors des jetées sur la rive droite du lac.

Tels sont les divers appareils qui ont servi de base à la limnimétrie genevoise.

La limnimétrie vaudoise, par contre, est basée, suivant les indications de M. le prof. F.-A. Forel, sur les limnimètres suivants que M. Forel a coordonnés entre eux, tout en cherchant à établir leur rapport avec la limnimétrie genevoise.

1806 Echelle limnimétrique de Mestrezat à Vevey.
1818 Limnimètre à flotteur Nicod-Delane à Vevey.
1844 Limnimètre d'Ouchy.
1850 Echelle de Burnier à Morges.
1855 Limnimètre de Vevey.
1875 Limnimètre enregistreur de M. Forel, à Morges.

Malheureusement la coordination des limnimètres vaudois avec les limnimètres genevois n'a jamais été parfaite et la discussion des résultats obtenus a fait l'objet de deux mémoires : l'un de M. Forel du 27 mai 1881 et l'autre de M. le prof. E. Plantamour de décembre 1881.

Il résulte de ces travaux que de 1806 à 1854 la différence entre les deux séries d'observations est en sens inverse de la pente naturelle du lac, tandis que de 1855 à 1880 le parallélisme est suffisant entre les deux séries ; car la différence entre les chiffres correspond assez bien avec la pente observée entre le lac et le port de Genève où se faisaient les observations genevoises, pente qui variait de 0^m 01 à 0,09 suivant le débit du Rhône, avant les travaux de régularisation du lac.

[1] Les observations du limnimètre Sécheron ont été publiées dans les *Archives des Sciences* 1882, Tome VII, p. 465 et 1888, Tome XIX, p. 267.

L'ancien régime du Lac Léman

Comme on l'a vu, le régime du lac Léman dépend de deux facteurs : 1° De la pluie tombée dans le bassin de réception. 2° De la fonte des grands glaciers du Valais au moment des chaleurs.

Il peut arriver que les pluies tombent par un temps froid, même en été. Elles s'accumulent alors en neige sur les hauteurs, et les crues du Rhône et par conséquent du lac sont faibles malgré de grandes quantités d'eau tombée.

Parfois, au contraire, l'été est chaud, mais sec ; l'alimentation du lac par les seuls glaciers ne suffit pas à amener de grandes crues du Rhône.

Il arrive enfin dans certaines années que des pluies chaudes tombent dans les parties élevées du bassin. On a alors la concomittance des deux phénomènes et les crues atteignent des hauteurs exceptionnelles, rares heureusement, mais qui portent un préjudice considérable aux riverains.

Les basses eaux du lac Léman correspondent à l'époque des grands froids, alors que le glacier ne fond pas et que la neige couvre la vallée.

La moyenne du niveau des eaux du lac de 1838 à 1873 est représentée pour chaque mois par les chiffres suivants :

Janvier . . . . . ZL. +	0,998	Juillet	2,032
Février	0,995	Août.	2,109
Mars	1,016	Septembre	1,834
Avril	1,107	Octobre.	1,464
Mai.	1,275	Novembre	1,230
Juin	1,671	Décembre	1,107

La moyenne annuelle des hautes eaux de 1838 à 1873 a été de 2,290

L'époque moyenne où elle a lieu est le 3 août. MM. Pestalozzi et Legler, experts de l'Etat de Vaud dans le procès du niveau du Léman la calculèrent sur 72 ans et le fixèrent à 2m 25.

Ils estimaient que cette moyenne n'avait pas changé, mais que la période des hautes eaux tendait à s'allonger aux dépens de celle des basses eaux.

M. E. Plantamour a établi que cette moyenne a été :

de 1838 à 1846 de. 2m 43

de 1865 à 1873 de. 2m 42

La moyenne annuelle des basses eaux de 1838 à 1873 a été de. . . . 0,847

La date moyenne est le 22 février.

MM. Pestalozzi et Legler croient la moyenne annuelle des basses eaux de. 0m 70 chiffre établi sur une moyenne de 66 ans.

M. Plantamour a trouvé que cette moyenne a été, de 1838 à 1846 de . . 0,704

et de 1865 à 1873 de 1,044

Ce relèvement de la moyenne des basses eaux résultait évidemment des meilleures conditions d'établissement du barrage mobile du pont de la Machine.

La différence entre les hautes et basses eaux moyennes était donc de 1m 44.

Sur cette base le volume d'eau correspondant à cette différence de niveau représente 834 millions de mètres cubes d'eau.

Les niveaux de quelques-unes des plus hautes et des plus basses eaux depuis cent ans sont les suivants :

Basses eaux		*Hautes eaux*	
Années	Mètres	Années	Mètres
1839	0,50	1792	2,95
1840	0,39	1794	2,70
1842	0,59	1816	2,90
1858	0,62	1817	2,93
1870	0,87	1846	2,86
		1877	2,66
		1879	2,69

Mais il règne quelque incertitude sur toutes les mesures antérieures à 1838, époque à laquelle a été établi le limnimètre du Grand-Quai.

En 1858, le niveau des hautes eaux n'avait été que de 1m 56.

CHAPITRE III

Etat antérieur du cours du Rhône à Genève[1]

(Voir texte planche A)

Le Rhône au XVIIIe siècle

Le but constant des efforts de l'Etat et de la Municipalité de Genève a été, depuis le commencement de ce siècle, de désobstruer le débouché du lac, et le Rhône dans la Ville.

L'énumération et la description des divers obstacles qui encombraient autrefois le Rhône dans son trajet à travers la Ville de Genève, démontrent au plus haut degré la quantité énorme des constructions supprimées qui ont totalement disparu, et en outre les sacrifices considérables que l'Etat et la Municipalité se sont imposés pour arriver à un pareil résultat.

La conséquence naturelle de l'enlèvement de toutes ces constructions a été que le Rhône ne trouvait plus avant les travaux du Rhône, comme autrefois, d'obstacles à son libre écoulement, car il est impossible de comparer l'effet des ponts, et du barrage disparu en 1886, avec celui que produisaient les nombreuses digues et constructions colossales qui s'étageaient autrefois dans toute la largeur, et sur tout le parcours du fleuve.

Nous nous arrêterons uniquement dans cet examen, aux obstacles qui, en 1882, avaient complètement disparu, en suivant le Rhône à partir du lac jusqu'à la Coulouvrenière.

Les archives de l'Etat de Genève ont heureusement conservé les plans authentiques de différentes époques, et c'est en les comparant qu'il est facile de se rendre compte de la mesure dans laquelle Genève a continuellement débarrassé le lit du fleuve.

A) Les Estacades

En quittant le lac, le premier obstacle que l'on rencontrait autrefois, consistait dans cinq rangées successives d'estacades ou de claies pour la pêche.

Depuis une époque très ancienne, l'accès de la Ville était barré des Eaux-Vives aux Pâquis, de la presqu'île de Longemalle aux Bergues, de la Fusterie à la place Chevelu par un système compliqué de lignes de pieux disposés en zigzag, et qu'il fallait connaître pour pouvoir entrer et sortir, système qui se rattachait à l'ensemble des fortifications. Des ouvertures très étroites étaient fermées de nuit et en temps de guerre par des chaines de fer et des clédals. En l'année 1540, on travaillait à planter des pieux pour mieux fermer la Ville du côté du lac.

Le premier rang de pilotis, dit *les Chaines*, fermait le port du côté du lac. La deuxième estacade complétait la première. La troisième rangée de pilotis, distante de 180 pieds de la

[1] Voir pour plus de détails : *Réponse de l'Etat de Genève, Procès du niveau du Léman. Tribunal fédéral 1880.*

première, partait de l'extrémité de l'île des Barques et aboutissait près du débarcadère actuel des bateaux à vapeur au Jardin Anglais.

Les estacades étaient composées de pièces de chêne d'un pied carré, liées les unes aux autres par un triple rang de chaînes de fer à chaque rangée.

L'obstruction apportée par cette quadruple rangée de pilotis, laissait à l'eau un passage moindre de 140 mètres en largeur, que celui laissé aujourd'hui par les jetées.

De plus, il faut tenir compte du fait que, par suite du rapprochement de ces pilotis et du triple rang de chaînes qui les rejoignaient, de nombreux corps flottants, bois, herbes, etc., s'y arrêtaient et devaient encore retrécir la section.

La quatrième rangée de pilotis partait des deux côtés de l'île des Barques pour se diriger vers la rive droite et vers la rive gauche du Rhône. Sur cette dernière rive, elle n'aboutissait qu'après avoir formé deux angles saillants et trois rentrants.

La cinquième rangée, en amont du pont actuel, dit de la Machine, traversait de même le Rhône dans toute sa largeur, après avoir formé plusieurs angles saillants et rentrants.

Les plans minutes de cette rangée indiquent 173 forts piquets d'un pied d'équarissage, entre lesquels se plaçaient des claies en osier.

Ces deux dernières rangées étaient munies de nasses mobiles entre des charpentes fixes, nasses qui étaient manœuvrées par des cabestans. Dans les intervalles d'une nasse à l'autre, ces pilotis étaient liés entre eux par des planches ou des lattes qui ne laissaient entre elles que des vides d'un travers de doigt.

Un tiers du Rhône se trouvait donc continuellement barré par ces piquets et claies, contre lesquels toutes les herbes venaient s'arrêter.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que ces cinq rangées de pilotis, estacades, chaînes, claies, nasses, etc., ont depuis longtemps disparu.

L'île des Barques (maintenant île Rousseau), était alors jointe à la rive droite, soit au bastion de Chantepoulet, par un pont sur pilotis, qui a disparu de même.

Les seules claies, enlevées par arrêté du Conseil Municipal du 28 décembre 1843, rétrécissaient de moitié la section du fleuve et occasionnaient, d'après le général Dufour, une chute de 4 à 6 pouces, de 18 pouces d'après les réclamations vaudoises. En ne considérant que les 6 pouces, admis par l'ingénieur cantonal, il est indubitable que cet obstacle produisait à lui seul un effet plus grand que les jetées et le pont du Mont-Blanc, construits depuis lors.

B) Des Estacades aux ponts du Rhône

Des estacades sus-indiquées aux ponts du Rhône, de chaque côté de l'île, tant sur le bras droit que sur le bras gauche, l'encombrement augmentait à mesure que l'on descendait le fleuve.

Sur la rive droite et le bras droit

a) Entre les claies et sur le quai des Bergues s'avançaient les deux usines Labarthe et C° (impressions sur toile de coton), bâtiments de grandes dimensions, dont l'un était supporté par cent pilotis, et l'autre par une soixantaine.

b) En face de la place Chevelu se projetaient jusque très avant dans le Rhône, les bains Defer et les latrines publiques, l'immeuble de l'hoirie Valette, au total trois bâtiments, dont un

de 60 pieds de largeur. Les bains Defer avaient une digue fixe, dont le seuil était de 0m50 plus élevé que celui du barrage de la rive droite disparu en 1886.

Venaient ensuite :

c) Les moulins Oltramare (cendres aurifères), avec une digue épaisse et fortement constituée, traversant le Rhône sur toute la largeur du bras droit.

d) Les moulins Rossillon (industries diverses), vaste bâtiment qui, jeté sur une largeur de 45 pieds au travers du lit du fleuve, obstruait complètement le bras droit du Rhône.

Une multitude de madriers et de pilotis plongeaient dans le Rhône pour supporter cet édifice, accompagné de cinq roues à aube et de petites digues pour y diriger les eaux.

Sur la rive gauche et le bras gauche

On rencontrait : *a)* A proximité des claies, un bâtiment d'entrepôt, propriété de François Kohler.

b) Les épuisoirs et latrines publiques.

c) L'ancienne machine hydraulique, qui, établie depuis 1708 à la pointe de l'île, obstruait avec sa digue, sa passerelle et sa conduite, la totalité du bras gauche, et dont la partie la plus avancée fut enlevée en 1844, ainsi que la passerelle et la conduite.

Beaucoup plus tard, en 1876, on supprima la roue hydraulique de l'usine Darier, et en 1880 la municipalité de Genève procéda à la démolition complète de ce bâtiment.

d) Les bains flottants du Rhône, qui ont été supprimés il y a quelques années seulement.

e) Les bâtiments des Petites Boucheries et de la Sagatterie, jetés sur pilotis au travers du bras gauche et qui embarrassaient encore le cours de l'eau.

c) Les ponts du Rhône

Aux ponts du Rhône, l'encombrement du fleuve était arrivé à son maximum d'intensité, et cela, qu'on envisage soit les ponts de l'Ile sur le bras gauche, soit les ponts de Saint-Gervais, sur le bras droit.

Les ponts du Rhône remontent à la plus haute antiquité, 58 ans avant J.-C. ; Jules César fait mention, dans ses commentaires : *de Bello Gallico*, du pont de Genève : *ex eo oppido pons ad Helvetios pertinet*.

Le pont des Romains ou de leurs successeurs était en pierre, avec piliers et éperons, et composé de matériaux énormes en pierre de roche ; le gouvernement, le 19 mars 1546, y fit même prendre des blocs pour édifier les fortifications.

Au XVIe siècle, l'ancien pont romain existait encore en bonne partie ; il était alors de temps immémorial couvert de maisons. On l'appelait le Grand Pont ou le Pont bâti, pour le distinguer d'un autre pont établi en amont et désigné sous le nom de Petit Pont. Les propriétaires des maisons à droite et à gauche des ponts et leurs successeurs, s'étalèrent ensuite tout à leur aise et dans tous les sens sur les deux bras du Rhône. Le Rhône dans toute sa largeur, à droite et à gauche de l'île, était totalement caché par les maisons qui le couvraient et s'avançaient latéralement en amont et en aval des ponts, jusqu'à 118 pieds.

On y voyait des maisons de trois étages, avec tourelles et caves, des moulins, des usines,

des fabriques considérables, des papeteries, des granges, le poids public, des boucheries, des tanneries, etc., des hôtelleries renommées : la Couche, la Clef, la Flèche.

Tous les métiers y étaient représentés, principalement ceux qui pouvaient utiliser la force motrice du Rhône : des tanneurs, des chamoiseurs, des fabricants de poudre à canon, des armuriers, des horlogers, des couteliers, des épingliers, des gaîniers, des aiguilletiers, des vinaigriers, des distillateurs, des émouleurs, etc., etc.

Des familles nombreuses y avaient leur domicile, et on évaluait, à l'époque, la population qui habitait sur les ponts, c'est-à-dire sur le Rhône, à plus de huit cents âmes !

Ce quartier aquatique était alors une des principales curiosités de la Ville.

Le 18 janvier 1670, un incendie y éclata et attaqua soixante et douze maisons : plus de cent vingt personnes y perdirent la vie, et la perte matérielle fut évaluée à une somme qui représenterait plusieurs millions de notre monnaie actuelle.

Les décombres étaient si considérables que le bras gauche du Rhône fut entièrement comblé et mis à sec par les ruines des maisons incendiées. Les ponts du Rhône furent reconstruits, mais l'expérience acquise ne servit à rien, car bientôt des maisons commencèrent à être édifiées de nouveau, à droite et à gauche.

En 1726, l'amas des maisons réédifiées était tel, que le principal pont jeté sur le bras droit portait le nom de Pont des Maisons ; il supportait à sa droite 14 bâtiments et un nombre égal à sa gauche, le tout sur pilotis.

En 1825, il était encore, principalement sur sa gauche, couvert de constructions. On y voyait figurer les moulins Rochat, Pélaz-Perrochaix.

En 1867, un incendie détruisit les derniers vestiges de ces constructions adossées au pont des Frises.

Dès lors, les ponts de l'Ile et de St-Gervais qui étaient autrefois supportés par une quantité innombrable de pilotis serrés et embarrassants pour l'écoulement du fleuve, ont été remplacés par des ponts supportés sur chaque bras par deux files de colonnes en fonte.

D) Des ponts du Rhône à la Coulouvrenière

Les obstacles étaient encore considérablement accumulés en aval des ponts du Rhône ; en descendant ce fleuve, on voyait sur la rive droite :

a) Vis-à-vis de l'Ile, les épuisoirs et étendages des tanneurs, constructions nombreuses sur pilotis empiétant sur le Rhône (Dalleizette, Tissot, Duval, Samouroux).

b) Les moulins David, énorme construction qui s'avançait au milieu du Rhône et dont la digue traversait le fleuve jusqu'à l'Ile.

Roues, ventaux, moteurs hydrauliques, minoterie, atelier de mécaniciens et autres industries y étaient installées.

c) A la hauteur du pont actuel, dit de la Coulouvrenière, était établie une estacade, qui traversait le fleuve et était destinée à défendre, le cas échéant, l'entrée de la Ville du côté du Rhône.

d) En aval, on rencontrait le moulin de l'Hôpital, autrefois sur bateau, établi plus tard sur pilotis, avec sa digue.

e) Plus bas encore, les moulins Rochat, David, etc., etc.

Sur le bras gauche et la rive gauche :

a) Immédiatement après les ponts de l'Ile, des échafaudages de tanneurs et des industries de boyaux occupaient la moitié du bras gauche (Bouvier, Duboule et Deonna).

b) Ensuite, la contre-garde du bastion du Rhône faisant partie des fortifications et couvrant la moitié du bras gauche.

c) Plus bas, une partie des fortifications du même bastion.

d) Plus bas encore, l'estacade sus-rappelée, les moulins Dizerens et leur digue.

e) Enfin les moulins Besson, qui couvraient la moitié du Rhône, avec digue.

Il y a quelques années à peine, le 8 septembre 1874, un incendie en détruisant le moulin David, fit disparaître les derniers vestiges des encombrements qui viennent d'être énumérés.

Une des conséquences directes du déblaiement consécutif du lit du Rhône a été une augmentation sensible dans la force du courant de ce fleuve, accroissement de courant qui s'est traduit par un draguage naturel, à tel point que tous les bancs de sable et de gravier qui obstruaient auparavant le lit du fleuve, avaient presque complètement disparu. Il suffit pour s'en convaincre de jeter un coup d'œil sur le plan du cours du Rhône à la Coulouvrenière, dressé en 1848, où sont figurés les nombreux bancs de gravier qui existaient alors et qui aujourd'hui ont complètement disparu. En outre, dans ce siècle, le Rhône subit beaucoup moins qu'autrefois les influences du froid et du gel.

Le Rhône avant les travaux de régularisation

Ouvrages existants en 1882

Ces ouvrages sont :

1. Les môles du Port;
2. Les ponts du Mont-Blanc et des Bergues;
3. La machine hydraulique de la Ville de Genève et ses annexes;
4. La digue fixe de St-Jean-Coulouvrenière;

A) Môles du Port

Ces môles ont été construits dans les années 1855 à 1860; celui des Pâquis mesure 320 m., celui des Eaux-Vives, 260 m. Le débouché libre qu'ils laissent entre eux a une longueur de 220 m. Ce pertuis est, il est vrai, oblique par rapport au courant général de l'eau, mais sa projection sur une perpendiculaire à la direction de ce courant, dépasse encore notablement la longueur du pont de la Machine. De plus, il existe à environ 50 mètres de chaque rive, une petite ouverture soit « golairon », qui est ménagée dans le môle et qui mesure 1m50.

Si les môles exercent une action sur le niveau du lac, cette action doit nécessairement se traduire et se mesurer par une dénivellation de la surface de l'eau entre leur amont et leur aval.

C'est seulement à une époque toute récente et postérieurement aux études faites par MM. Pestalozzi et Legler en vue de leur rapport, qu'on a pu recueillir des données sur ce sujet. M. Philippe Plantamour a établi dans sa propriété, à Sécheron, un limnimètre enregistreur, dont le zéro, placé exactement à 3 mètres au-dessous du repère du Niton, se trouve par cela même raccordé avec le zéro du limnimètre du Jardin Anglais. Les observations simultanées de ces deux limnimètres, pendant de longues séries de jours, ont permis de constater avec une entière certitude qu'il existe entre la surface vers l'un et la surface de l'eau vers l'autre, une différence de niveau qui ne dépassait jamais 40 milimètres en hautes eaux, et qui en basses eaux, se réduit à

20 millimètres, et souvent même à moins. Depuis les travaux de régularisation du lac, l'augmentation de débit qui en est résultée a porté à 120 millimètres la différence de niveau entre l'intérieur et l'extérieur du port.

Les points entre lesquels existe cette différence de niveau, sont situés à 1500 m. l'un de l'autre. Aussi on ne peut admettre qu'elle se localise exclusivement aux abords des môles et qu'elle soit en entier imputable à ceux-ci. En particulier, il est très probable que dès le Banc de Travers, qui passe entre Sécheron et les môles, l'écoulement de l'eau ne peut se faire, vu le peu de profondeur qui règne au-dessus, sans une pente superficielle appréciable : cette pente existerait indépendamment des môles et ferait nécessairement partie intégrante de la dénivellation dont il vient d'être parlé.

Ainsi, l'action des môles sur le niveau du lac se réduit à une portion encore inconnue à l'heure qu'il est, d'une dénivellation qui, elle-même, ne dépassait jamais 90 milimètres.

C'est ici le lieu de réfuter une opinion très accréditée, d'après laquelle le Petit Lac offrirait une pente sensible. Il n'en est absolument rien. Les lectures des divers limnimètres du Léman, dont les zéros ont été raccordés avec celui de Genève, lors du nivellement de précision de la Suisse, ont démontré qu'au delà de Sécheron la nappe du lac est parfaitement de niveau. Son horizontalité n'est troublée que par l'action accidentelle du vent et des seiches. M. Forel a constaté que sur 146 jours compris entre juin et novembre 1877, il y a eu 72 jours pendant lesquels la pente était dirigée de Genève à Morges, 65 pendant lesquels elle était dirigée de Morges à Genève et 9 pendant lesquels elle était nulle ; la moyenne de ces 146 valeurs était de 2 millimètres dans le dernier sens.

B) Ponts du Mont-Blanc et des Bergues

Ces deux ponts doivent comme tous les ponts, produire un remous, c'est-à-dire une dénivellation de la surface de l'eau entre leur amont et leur aval. Mais ce remous est une quantité minime et du même ordre de grandeur que l'effet produit par les môles.

C) Machine hydraulique de la Ville de Genève

Cette machine hydraulique avait toujours été considérée, par ceux qui voulaient rendre l'Etat de Genève responsable des hautes eaux du lac, comme la principale cause de leur élévation.

Les culées et les piles qui supportent le bâtiment de la machine, et les moteurs hydrauliques placés dans leurs intervalles, constituaient bien, si l'on veut, des obstacles à l'écoulement de l'eau ; mais ces obstacles, qui n'étaient d'ailleurs qu'en partie fixes, puisque les aubes des moteurs se dérobaient sous l'impulsion de l'eau, étaient faibles, eu égard à la grande largeur du Rhône à cet endroit. Leur importance effective est encore diminuée du fait qu'ils sont masqués par l'Ile située immédiatement en aval. Si l'Ile avait été prolongée juste assez pour englober l'espace occupé par le bâtiment de la Machine, nul ne se fût avisé d'y voir la création d'un obstacle capable de relever le niveau du lac. Or, ce qui était ajouté par le bâtiment à l'obstacle naturel formé par l'Ile, était évidemment d'un effet encore moindre que ce prolongement supposé.

Pour ce qui était du barrage lui-même, il se composait d'une partie fixe et d'une partie mobile.

La partie fixe se composait, non d'une maçonnerie compacte, comme on l'avait prétendu à tort, mais d'un simple enrochement, qui était bien loin d'être imperméable et sur lequel reposait une semelle horizontale, fixée aux palées du pont. C'est entre le bâtiment de la machine et la

rive droite que la semelle avait le niveau le plus élevé, et encore elle ne *s'élevait pas au-dessus du niveau moyen du fond du Rhône, mesuré immédiatement en amont du pont.* Du côté de la petite Fusterie, la semelle était située encore plus bas que de l'autre côté et se trouvait en contre-bas des parties les plus saillantes du banc de Travers. Enfin, entre le bord gauche de la Machine et le barrage longitudinal qui se dirigeait vers l'immeuble Séchehaye, le seuil fixe faisait entièrement défaut sur une longueur de 28 mètres.

La partie mobile du barrage se composait de poutrelles horizontales, qu'on étagait par dessus la semelle fixe et qui s'appuyaient sur les palées du pont.

Pendant la période des basses eaux, et pendant cette période seulement, la partie mobile du barrage était mise en place, et alors elle exerçait une action incontestable sur le niveau des eaux du lac et contribuait à rendre les basses eaux moins basses qu'elles ne l'eussent été en son absence; la pente superficielle qui régnait entre le port et les abords du barrage était peu accentuée. Il est bon de faire remarquer que cet effet de surélévation était utile et désirable en lui-même. Si on avait laissé, dans la saison froide où le lac est très peu alimenté, son niveau s'abaisser autant que l'absence du barrage l'eût permis, la profondeur eût fait complètement défaut dans le port de Genève et dans plusieurs autres ports du Léman, et la navigation des barques serait devenue impossible, au grand préjudice du commerce et de l'industrie de toute la contrée.

L'effet de retenue produit par le barrage était très limité par le fait de la perméabilité de l'enrochement sur lequel il reposait et du peu d'étanchéité qu'offrait l'agencement des poutrelles. Ce qui le montrait clairement, c'est que le lac continuait à baisser après que les poutrelles du barrage avaient été mises en place (on l'a notamment constaté après la fermeture de l'automne 1879) et continuait à s'élever au printemps après qu'elles avaient été enlevées.

A l'époque des hautes eaux, les poutrelles qui formaient la partie mobile étaient complètement enlevées, et il s'établissait entre le port et les abords amont du pont de la Machine une pente superficielle très notable qui atteignait 27 centimètres. Le régime fluvial était alors très accentué déjà bien en amont du barrage, et celui-ci était loin de pouvoir exercer sur le niveau du lac la même influence que s'il avait été placé à l'origine même de l'émissaire.

Par le fait de l'enlèvement des poutrelles, le barrage se trouvait d'ailleurs réduit aux palées de bois qui supportaient le pont.

L'effet produit par les palées se réduisait à un simple remous du pont. Quant à la portion fixe du barrage, elle ne constituait qu'une digue noyée d'une très faible saillie.

D) Digues de Saint-Jean et de la Coulouvrenière

Les digues concédées à diverses époques aux usiniers des deux rives avaient été successivement corrigées et améliorées, et enfin complétées par la digue, dite digue centrale, concédée au syndicat des usiniers en date du 25 juin 1873. Cette dernière avait été exécutée dans les premiers mois de 1874, en même temps que la digue des moulins de François David qui faisait corps avec elle et qui avait été concédée à une époque un peu antérieure.

Ces ouvrages, placés très en aval dans le cours du fleuve, ne pouvaient exercer aucune action sur le niveau du lac.

CHAPITRE IV

Anciens projets d'utilisation des Forces motrices du Rhône[1]

A) Projet Micheli

En 1715, l'Etat de Genève ayant décidé de compléter l'enceinte fortifiée de la Ville, qui était très défectueuse, surtout du côté de Plainpalais, appela des ingénieurs étrangers.

Plusieurs citoyens, en tête desquels il convient de citer Micheli-du-Crest, exposèrent des idées différentes. La discussion fut vive, et après bien des années de débats pénibles au sein des pouvoirs constitués, ce ne fut pas, selon l'opinion du général Dufour, le meilleur projet qu'on adopta.

Cependant Micheli-du-Crest proposait de combler le bras gauche du Rhône, d'établir un barrage sur le bras droit et de creuser un grand canal qui, partant du lac aux Pâquis, et suivant les fossés de Saint-Gervais, aurait contourné la colline au N. pour aboutir au Rhône vis-à-vis de la Coulouvrenière.

Ces barrages avaient surtout un but militaire : celui d'inonder les fossés et les fortifications. Mais si ce projet eût été adopté, la Machine hydraulique se serait certainement placée sur le débouché du canal industriel de Saint-Gervais, dans le Rhône, qui aurait offert une belle chute, et la Ville de Genève aurait pu influer en quelque mesure, par le fonctionnement des barrages, sur le régime des eaux.

Micheli accompagnait son projet des remarques suivantes[2] : « Comme il s'agissait principa-« lement du cours d'une grande partie du Rhône autour de St-Gervais, et par conséquent d'une « étude d'autant plus difficile qu'elle devait être le fruit d'une science toute nouvelle et sans « exemple, à moins de compter les manquer, il y avait donc tout sujet de craindre des accidents « imprévus par les plus habiles en pareil cas. »

Micheli ajoutait « qu'il était pleinement persuadé d'avoir parfaitement pourvu, dans ce « dessein, à tous les accidents à craindre et *d'avoir conservé au cours de l'eau, autour de Saint-« Gervais, la plus grande force possible et presque insurmontable par une très grande puissance.* »

Micheli commença son étude en 1715 et ne l'acheva qu'en 1765. Il avait, disait-il, consacré les loisirs que lui créa la politique dans la prison d'Aarberg, où il passa bien des années, à étudier de sa fenêtre le régime du cours de l'Aar et à appliquer ses observations à améliorer son projet de Genève.

[1] Rapport du Conseil d'Etat à l'appui du projet de loi accordant le monopole de la Force motrice du Rhône, *Mémorial du Grand Conseil*, 1878, p. 1605.

[2] Note manuscrite de Micheli, sur le plan.

B) Projet de M. Vallée

M. L. Vallée, inspecteur général des Ponts et Chaussées, ayant proposé, en 1844, mais sans succès, de barrer le Rhône à Genève, afin d'utiliser le Léman comme réservoir, avait consigné ses observations dans un ouvrage intitulé : « Du Rhône et du lac de Genève. »

Les ravages causés par les inondations de 1856 sollicitèrent sur ses travaux l'attention du gouvernement français. Le 19 juillet de la même année, l'empereur Napoléon III écrivit au ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, une lettre dans laquelle, après avoir constaté le vice de l'administration des cours d'eau, il prescrivait la marche à suivre et prescrivait d'étudier le projet de M. Vallée.

Je voudrais, disait-il, que le système proposé pour le Rhône par M. Vallée, fût sérieusement étudié avec le concours du gouvernement suisse. Il consiste à baisser les eaux du Rhône à l'endroit où il débouche du lac de Genève et à y construire un barrage. Par ce moyen, on obtiendrait selon lui un abaissement des hautes eaux du Léman utile au Valais, au pays de Vaud et à la Savoie, une navigation meilleure du lac, des embellissements pour Genève, des inondations moins désastreuses dans la Vallée du Rhône, une navigation meilleure de ce fleuve.

En conséquence, M. Vallée et son fils furent chargés, par décision ministérielle, d'étudier, avec le concours du gouvernement suisse, les projets de travaux à entreprendre sur le lac de Genève, dans le but de prévenir les inondations.

Les deux ingénieurs s'attachèrent principalement : 1° A constater la possibilité de barrer le Rhône à Genève.

2° A présenter un système de barrage garantissant à tout instant les manœuvres indispensables à l'aide d'un personnel peu nombreux.

3° A resserrer l'amplitude des fluctuations du lac entre des limites favorables à tous les intérêts.

4° A déterminer les modifications qu'il convenait d'apporter au lit du Rhône, entre le Léman et le confluent de l'Arve.

5° A fixer un chiffre maximum des dépenses applicables aux travaux.

6° A n'employer que des moyens d'une pratique éprouvée, afin d'écarter toute critique spécieuse.

Leur étude, appuyée sur ce programme si intelligemment défini, sur les données scientifiques, et les observations recueillies depuis nombre d'années, sur des expériences personnelles et des calculs minutieux, mérite d'être résumée à titre de document.

Après une description fort exacte des phénomènes que présente le Rhône à son entrée dans le Léman, des rives septentrionale et méridionale, des dimensions du grand lac et du petit lac, ces messieurs signalent le banc de Travers, ce long éperon argileux, couvert de sable fin, situé à l'est des Pâquis et qui, partant de la côte septentrionale, s'étend fort loin sous les eaux.

Une description sommaire du Rhône entre le Lac et l'Arve contient les renseignements techniques sur la Machine hydraulique et son barrage, sur les deux bras et le système du fleuve, sur les ponts, quais, moulins, usines et autres établissements qui s'étendent le long des rives jusqu'à la Jonction. Le lit fluvial est formé d'un fond d'argile, recouvert d'une couche de

galets roulés ; la mollasse se rencontre plus ou moins près de la surface argileuse, qu'elle effleure çà et là.

Le niveau du lac de Genève est soumis à des fluctuations qui résultent soit des fluctuations atmosphériques, soit des phénomènes curieux appelés *seiches* ou *ladières*, soit des apports considérables dus aux affluents souterrains et à ciel ouvert. A l'époque de la fonte des neiges, le Rhône, obstrué dans Genève, ne suffit plus à écouler la masse de liquide, et les eaux du lac s'élèvent graduellement jusqu'au retour de la saison froide. Pendant la période du 14 avril 1806 au 31 octobre 1856, ce fut le 18 juillet 1817 que les eaux atteignirent leur niveau le plus élevé, placé, par rapport à la mer, à l'altitude de . . . . 376^{m}675

Le minimum de hauteur, constaté les 20 février 1830, 16, 18, 19 et 20 janvier 1835, répondait à la cote de . . . . 373^{m}873

Différence . . . . 2^{m}802

Dès lors, soit en 1856, les travaux exécutés retenant les eaux à la cote de 374^{m}387, l'étiage se trouvait élevé de 0^{m}514.

Le débit alimentaire des basses eaux, évalué à 70 mètres cubes par seconde, s'élève graduellement, par les apports, jusqu'à 700 mètres cubes pendant la saison chaude.

Le régime du Rhône, solidaire de celui du lac jusqu'au-dessous du confluent de l'Arve, se modifie à partir de ce point et devient éminemment irrégulier en raison des crues subites de cette rivière et des affluents inférieurs tels que l'Aire.

La donnée adoptée par MM. Vallée pour l'effet du barrage projeté par eux était celle-ci : le niveau d'eau minimum de la réserve aurait coïncidé avec la hauteur retenue par le barrage de la Machine hydraulique et se serait trouvé à l'altitude de . . . . 374^{m}387
Le niveau maximum d'eau était fixé à. 1^{m}800
plus haut, soit à la cote de . . . . 376^{m}187

Les plus hautes eaux connues se seraient abaissées de 0^{m}483.

Le barrage projeté par MM. Vallée entre le quai des Bergues et le pont de la Machine, avait, dans leur opinion, pour avantages principaux :

1° De réduire la hauteur de chute.

2° D'éviter les difficultés relatives à la submersion des quais, de l'abattoir et des maisons particulières.

3° De laisser la Machine hydraulique dans sa situation actuelle.

4° De profiter, sur la plus grande longueur possible, des époques où le barrage serait fermé pour exécuter les dragnages à peu près à sec dans le lit du Rhône.

Ce barrage, établi d'un quai à l'autre, sur une largeur de 167^{m}25, devait être percé de 27 ouvertures de 5 mètres de largeur, séparées par des piles épaisses de 1^{m}10, et hautes de 5^{m}50 au-dessus du radier général et fermées par des poutrelles en tôle. Un solide enrochement le protégeait des deux côtés. Une grue mobile autour d'un pivot, plongeant de 2^{m}20 dans la maçonnerie, devait être placée sur chaque pile pour la manœuvre des poutrelles. Une double passerelle de 0^{m}20 de hauteur et munie d'une balustrade de 0^{m}75 était prévue en amont et en aval, pour assurer le service. Les poutrelles, à raison de 5 par ouverture, suspendues aux grues par quatre chaînes, auraient 1^{m} de hauteur, 5^{m}40 de longueur et 0^{m}20 d'épaisseur.

L'ouverture centrale, aménagée pour le service de la Machine hydraulique, devait fournir l'eau d'alimentation par douze tuyaux de fonte de 0^{m}60 de diamètre et de 0^{m}022 d'épaisseur.

Enfin le lit du Rhône devait être dragué depuis la pointe de l'île Rousseau jusqu'au barrage de façon que la profondeur fût portée partout à 3 mètres sous l'étiage.

Après une série d'opérations sur la pente du Rhône jusqu'au confluent de l'Arve, MM. Vallée fixèrent la pente totale du lac à la Jonction à 3m672 qui, répartis sur une distance de 2,005 mètres, donnent une moyenne de 0m001,981 par mètre.

La manœuvre des barrages, consistant à enlever les trois cours de poutrelles supérieures, pour obtenir un débit de 800 à 900 mètres cubes, devait durer 10 heures 17 minutes avec un équipage de 5 hommes.

La capacité de la réserve projetée dans le lac était, suivant leurs calculs, de 973,800,000 mètres cubes.

Le temps nécessaire pour l'exécution de ce travail colossal fut évalué, par MM. Vallée, à deux années et demi, et les dépenses estimées dans leurs devis atteignaient la somme totale de 3,700,000 francs, sur lesquels 785,000 environ figuraient comme indemnités pour la suppression de toutes les roues établies dans le Rhône, la Machine hydraulique exceptée.

Un des avantages principaux indiqués à l'appui du projet par M. Vallée consistait dans l'abaissement du niveau du Rhône à Lyon pendant les hautes eaux.

Quant à l'avenir de leur projet, les auteurs n'entretenaient aucune illusion. L'ignorance où ils étaient des vues des autorités fédérales et du gouvernement sarde, la modération des crues du Rhône à Lyon ne leur permettaient pas d'espérer dans un délai même rapproché la réalisation de leurs plans. L'exécution des travaux était, dans leur pensée, subordonnée à l'action commune des Etats intéressés. Aussi se bornaient-ils à désirer qu'une enquête internationale, élucidant la question, eût pour effet une discussion approfondie aussi bien que la vulgarisation d'une idée, hardie sans doute, mais digne d'exciter l'attention de tous les hommes, magistrats ou ingénieurs, qui se préoccupaient de l'avenir industriel et commercial du bassin du Rhône.

c) **Projet Lullin (1869)**

En 1867, M. l'ingénieur Ed. Lullin exposait les moyens de développer l'industrie à Genève. En 1869, il émettait dans une série de lettres publiées par le *Journal de Genève*, l'idée d'utiliser la force motrice de l'Arve pour transformer le service hydraulique existant. Un mémoire, développant ce projet avait été couronné par la Société des Arts en 1867 à l'occasion de son centenaire.

M. Lullin pensait qu'un ensemble de travaux destinés à employer les eaux de l'Arve et celles du Rhône, mieux qu'elles ne l'étaient alors, devait constituer l'établissement le plus propre à développer l'industrie genevoise. Ce n'était pas seulement de l'eau qu'il réclamait, mais le luxe de l'eau, afin de pourvoir à un service public abondant, aux besoins domestiques par le système de robinets libres, ainsi qu'aux moteurs à domicile qu'il importait de favoriser en leur accordant de l'eau à des conditions exceptionnelles. Il estimait donc que le service hydraulique de Genève devrait fournir 30,000 litres par minute.

Pour obtenir cet énorme volume, M. Lullin proposait de creuser sous la colline de Champel, un tunnel qui amènerait dans le voisinage de l'établissement hydrothérapique de Beau-Séjour, une dérivation de l'Arve donnant une chute capable de produire 700 chevaux de force. Comme il ne pouvait songer à un filtrage d'eau naturelle, qui lui paraissait difficile dans les graviers de la

rivière, M. Lullin abandonnait résolument l'eau de l'Arve pour l'alimentation de la Ville, et recourait dans ce but à l'eau du lac.

A cet effet, il chargeait la Machine hydraulique existante d'alimenter les puisards des pompes des Grands-Philosophes et de refouler cette eau dans un réservoir construit sur le plateau de Champel à la hauteur de celui de bois de la Bâtie. La Machine hydraulique n'ayant plus à élever l'eau que de deux mètres environ aurait pu se passer de la chute actuelle et, dans l'idée de M. Lullin, l'on eût offert ainsi au canton de Vaud, un abaissement des hautes eaux du lac de 20 à 25 centimètres. Ce projet mettait une force de 300 chevaux à la disposition des industries qui se seraient établies dans la plaine de la Cluse.

CHAPITRE V

La question du Niveau du Léman

Les réclamations des riverains

On a vu par les chiffres donnés au Chapitre II que le niveau des hautes eaux variait énormément suivant les conditions métérologiques. Ces variations ont atteint 1m40 environ.

D'autre part, on remarque que ces hautes eaux exceptionnelles sont survenues à de longs espaces, vingt à trente ans, mais que, presque chaque fois, il y a eu, à un ou deux ans de distance, deux crues extraordinaires.

Ces grandes inondations ne se produisaient guère qu'après une génération et il était dans la nature humaine d'oublier que le lac reprenait à certains intervalles ses droits imprescriptibles sur ses rives.

La valeur considérable des terrains des bords du lac poussait les riverains à les couvrir de constructions ou à les mettre en culture, et grand était l'étonnement lorsque, quelque vingt ans après, les caves étaient envahies et les cultures recouvertes d'eau.

On s'explique très bien ainsi les plaintes qui, partant des rives du Léman, assaillirent successivement et à de longs intervalles les gouvernements qui se succédèrent à la tête du pays de Vaud.

Il était également dans la nature humaine de chercher une cause humaine à ces désagréables surprises, et les travaux de Genève furent considérés de bonne foi par les riverains du Léman comme la cause seule et unique de ces inondations intermittentes.

La première plainte connue date de 1698, alors que la première machine hydraulique et son barrage n'existaient pas encore. Elle émanait des habitants de Vevey et du baillage de Chillon sous forme de supplique au gouvernement bernois.

La construction de la première machine hydraulique n'eut lieu qu'en 1712. Quelques années après, le bailli de Bonmont, César Steiger, adressait au gouvernement de Berne, en date du 7 janvier 1721, un rapport sur le niveau du lac et l'encombrement du Rhône à Genève, avec un croquis de l'état des lieux. Malgré le préavis de « personnes compétentes » qu'il avait consultées à Genève et qui avaient attribué la crue exceptionnelle au niveau extraordinaire de l'Arve qui avait entravé l'écoulement du Rhône et aux longues pluies qui avaient accru outre mesure l'afflux des torrents, il attribuait la crue du lac à divers travaux exécutés dans le Rhône et dans le lac.

En 1738, le gouvernement bernois envoya deux délégués, Steiger et Wattenwyl, qui s'occupèrent entre autres des plaintes des riverains. Ces délégués firent rapport à leur gouvernement le 27 mai de la même année ; ils constatèrent :

1° Que le gouvernement de Genève avait ordonné que les madriers de l'écluse seraient enlevés au printemps.

2° Que dès 1721, aucune construction nouvelle n'avait été faite dans le lit du Rhône, bien que divers ouvrages y nuisissent encore à l'écoulement des eaux.

En 1739, nouvelle délégation bernoise, à la suite de laquelle une série de mesures d'enlèvement d'obstacles furent arrêtées et exécutées successivement, sans que pour cela les plaintes cessassent.

Les plaintes se renouvelèrent en 1748 et 1752. et en 1753 un rapport adressé au gouvernement bernois s'exprima comme suit :

« On a voulu attendre l'effet des mesures prises par Genève. Maintenant il est démontré « qu'elles sont insuffisantes. »

De nouvelles mesures furent demandées, et les plaintes cessèrent jusqu'en 1782, où le conseiller Fischer de Berne constata, dans un rapport à son gouvernement que, depuis 1749, l'écoulement du Rhône avait été facilité.

A la suite des crues de 1782 et 1792, de nouvelles expertises eurent lieu, et le gouvernement de Berne, par lettre du 15 septembre 1792, reconnut *que les inondations causées par les crues des eaux du lac dans les années extraordinaires ne provenaient d'aucune négligence de Genève à ouvrir les digues et claies, ni d'aucune augmentation d'ouvrages propres à gêner dans le cours de l'eau.*

Il ne fut plus question de rien pendant la période agitée de 1792 à 1815, et ce ne fut guère que vers 1817 que les crues extraordinaires de 1816 et 1817 ramenèrent l'attention sur cette question. Les négociations reprirent en 1818, et sur les réclamations du gouvernement vaudois, relatives aux crues de 1816 et 1817, Genève répondit en produisant la réponse bernoise de 1792 et en maintenant la théorie que les hautes eaux récentes étaient causées non par l'état du Rhône à Genève, mais par des apports exceptionnels.

En 1819, 1820 et 1821, le lieutenant-colonel (plus tard général) Dufour et Pichard, ingénieur, délégué du gouvernement vaudois, eurent ensemble plusieurs conférences pour s'éclairer mutuellement et tomber d'accord sur la cause du mal et les moyens d'y remédier.

Pichard choisit pour ses observations le mois de décembre, où le barrage mobile était placé et, dans un mémoire du 14 février 1819, il conclut qu'en abaissant la digue d'un pied et demi, sans supprimer d'autres obstacles, on abaisserait le lac d'une quantité sensiblement égale.

Dufour reconnut volontiers que ce résultat serait approximativement atteint en hiver, alors que les eaux sont déjà basses naturellement, mais il attirait en même temps l'attention sur le fait qu'en été, au moment des hautes eaux, *on ne se contentait pas de baisser le barrage d'un pied et demi, on l'enlevait complètement pendant toute la durée des grandes et des moyennes eaux,* c'est-à-dire que, pendant les deux tiers de l'année, les eaux du Léman ne trouvaient d'autres obstacles à leur issue que les pilotis et les claies « que nous sommes convenus, disait-il, ne pas devoir les arrêter beaucoup. »

Dufour reconnaissait expressément que la digue avait été construite pour empêcher que la navigation ne devînt impossible pendant les basses eaux, alors qu'une crue exceptionnelle du lac n'était pas à craindre. Quant à la cause des inondations, Dufour la voyait principalement dans le banc de Travers. Pichard expliqua alors qu'en parlant d'un abaissement d'un pied et demi, il avait voulu parler de la partie fixe et non de la partie mobile.

En somme, l'on voit poindre dès cette époque les divergences du point de vue des ingénieurs vaudois et genevois.

Dès 1819 jusqu'en 1883 (époque où a été faite, par les experts étrangers aux deux cantons

nommés par le Tribunal fédéral, une expérience encore peu connue dont le résultat sera donné plus loin), les ingénieurs vaudois ont soutenu que le seuil du lac était au pont de la Machine et que tout abaissement du seuil artificiel qui y était placé améliorerait les conditions d'écoulement des eaux.

Les ingénieurs genevois, au contraire, ont toujours prétendu que le seuil du lac était plus en amont, au banc de Travers; que le barrage artificiel était déjà situé dans le régime fluvial et qu'une légère modification du barrage ne faisait que modifier l'importance du remous d'amont, sans que ce remous atteignît le seuil véritable du lac, soit le banc de Travers; enfin ils soutenaient (ce qui a été constaté lors des travaux de régularisation du lac) que le seuil fixe du barrage artificiel était à quelques centimètres près le même, sur les deux bras du fleuve, que le barrage naturel formé par la glaise du fond du fleuve, et que le seuil artificiel n'avait eu pour but que de conserver un profil immuable.

Il serait trop long de suivre pas à pas les pourparlers qui se succédèrent sans résultat pendant les années qui suivirent.

Dufour émettait dès cette époque l'idée que la vraie solution du problème était dans le draguage du Rhône pour augmenter la section d'écoulement en hautes eaux.

De 1820 à 1843, les négociations cessèrent.

En 1844, le gouvernement vaudois voulut faire déterminer par une convention régulière et obligatoire pour les deux Etats les conditions relatives aux concessions accordées et à l'écoulement des eaux. Cette proposition fut écartée d'emblée par Genève, comme attentatoire aux droits de souveraineté et d'indépendance cantonale.

Genève maintenait que le niveau général des eaux n'avait pas changé, mais se déclarait prêt à donner satisfaction à Vaud, *s'il était reconnu que les travaux opérés à Genève étaient la cause du dommage sur les rives vaudoises.* Une expertise fut décidée, mais les événements politiques empêchèrent qu'elle eût lieu.

Il se passa de 1848 à 1867 une période de vingt années qui ne furent marquées par aucun fait nouveau.

En 1867 les transformations apportées à la Machine hydraulique et au barrage attirèrent l'attention du gouvernement vaudois qui nomma, le 6 mai de cette même année, une commission de trois membres chargée d'étudier à nouveau la question depuis si longtemps controversée. La construction de la seconde annexe de la Machine hydraulique en 1869 amena de nouvelles réclamations; les années 1870, 1871, 1872, virent la continuation des pourparlers.

Projet de régularisation Pestalozzi et Legler (1875)

(Voir planche *B* texte)

Enfin en 1873, le gouvernement vaudois se décida à recourir aux lumières de deux experts choisis hors des cantons de Vaud et Genève, dans la personne de MM. Pestalozzi, professeur au Polytechnikum, et Legler, ingénieur au canal de la Linth.

MM. Pestalozzi et Legler arrivèrent à Lausanne le 10 août 1873, et dès le lendemain visitèrent les rives submergées du lac, puis se rendirent à Genève, où ils commencèrent leurs études.

Une série de limnimètres soigneusement repérés furent placés dans le lac et dans le Rhône jusqu'à son confluent avec l'Arve. Une série de nivellements et de jaugeages furent opérés avec la collaboration des ingénieurs vaudois et de M. A. Achard, ingénieur à Genève.

La mission de MM. Pestalozzi et Legler avait été ainsi définie par l'Etat de Vaud:

1° Constater, par l'examen local, et la confrontation de toutes les observations, le fait de l'exhaussement apporté, surtout depuis le commencement du XIXe siècle, aux niveaux d'été et d'hiver du lac Léman.

2° Constater l'effet nuisible de cette élévation des eaux sur les rives du lac, soit au point de vue de l'agriculture, soit au point de vue de l'utilité publique et, si possible, évaluer l'importance de ces dommages.

3° Proposer et décrire les travaux à faire pour obvier à l'envahissement progressif des rives du Léman par les eaux, et pour obtenir l'abaissement du niveau moyen du lac en hiver et en été tout en assurant les résultats ci-après:

a) L'assainissement utile des rives du Léman;

b) Le maintien de la navigation;

c) Le maintien et le développement progressif de l'alimentation de la Ville de Genève en eaux potables et industrielles;

d) La régularisation de l'écoulement du Rhône à Genève, au moyen d'un ouvrage dont le jeu et le contrôle soient réglés par une convention intercantonale analogue à ce qui a lieu sur d'autres lacs de la Suisse.

4° Evaluer approximativement les dépenses qu'entraînerait cette entreprise.

Dans un premier rapport du 21 janvier 1874, MM. Pestalozzi et Legler, consignèrent leurs observations sur les dégâts causés par les eaux à Villeneuve, au Bouveret, à Vevey, à Cully, à Lutry et même à Morges.

Ils constatèrent que, selon toute probabilité, les eaux moyennes avaient haussé avec le temps et que cet exhaussement, comme aussi la prolongation de la durée des crues était préjudiciable à l'agriculture et nuisible à la santé publique.

Mais ils ne pouvaient faire encore aucune proposition relative aux travaux à exécuter pour abaisser le niveau du lac, et concluaient ainsi:

1° L'abaissement du niveau du lac n'est réalisable qu'en régularisant convenablement l'écoulement du Rhône.

2° Il n'est pas possible de supprimer la Machine hydraulique qui alimente la Ville d'eau potable, et le transfert des moteurs sur l'Arve ne leur paraît pas avantageux. Une modification dans la disposition de ces moteurs permettrait d'atteindre le but.

3° Toute nouvelle concession d'eau sur le Rhône, depuis le lac jusqu'à la Jonction, aggraverait l'état des choses.

Une année plus tard, le 20 avril 1875, MM. les experts présentèrent un projet accompagné d'un rapport détaillé et consistant à transférer le barrage de Genève et l'usine hydraulique sur un autre point du Rhône, à la Coulouvrenière.

Ils s'étaient, dans leur travail, appuyés sur les principes suivants: *a)* Le lac ne devait pas être abaissé jusqu'à entraver la navigation pendant l'hiver. *b)* Les hautes eaux devaient être diminuées sans nuire aux contrées situées en aval du Léman. *c)* L'alimentation et l'industrie de Genève devaient utiliser une force égale à celle du Rhône pendant les basses eaux. *d)* L'eau du Rhône superflue s'écoulant librement devait pouvoir être retenue ou relâchée suivant les besoins généraux constatés par les autorités chargées de surveiller la régularisation.

En conséquence, MM. Pestalozzi et Legler proposaient de déplacer la Machine hydraulique et de la transporter à l'aval du pont de la Coulouvrenière, où elle utiliserait la force du bras gauche du Rhône, qui serait ainsi transformé en canal industriel. Ce canal conduirait toute l'année un minimum de 50 mètres cubes à la nouvelle machine pour laquelle on supposait l'emploi de 10 à 12 turbines. Le bras droit de l'Ile, muni d'un barrage à aiguilles, comme à Lucerne, servirait de canal de déversement *(Sommerlauf)* et pourrait écouler rapidement des masses d'eau considérables.

La base de la régularisation des eaux du lac, donnée par la plus faible hauteur des eaux permettant l'usage des débarcadères, serait à la cote de 2m35 au-dessous de la pierre à Niton (PN.) suffisante pour assurer un débit de 50 mètres cubes par seconde dans le canal industriel.

Selon le calcul des experts, l'abaissement des hautes eaux du lac serait de 0m63, et le plus grand débit du Rhône en août ne produirait que 0m15 d'élévation.

La dépense totale de ce travail était calculée, sans imprévu, à fr. 800,000.

MM. Pestalozzi et Legler exprimaient, de plus, le vœu qu'une convention intercantonale, sous la présidence de la Confédération, réglât les conditions financières et l'exécution de l'œuvre, comme cela s'était fait pour d'autres entreprises de même nature.

Projet de régularisation Favre, Turrettini et Achard (1875)

Le rapport des experts vaudois n'avait pas encore été publié, lorsqu'en juin 1875, le Département des Travaux publics vaudois reçut des ouvertures de deux ingénieurs genevois, MM. Th. Turrettini et A. Achard, auxquels se joignit ensuite Louis Favre du Gothard, pour une autre combinaison propre à remplir le même but.

MM. Favre, Turrettini et Achard venaient de demander à l'Etat de Genève la concession de la force motrice de l'Arve au lieu dit : *Au bout du monde.*

Ils se proposaient de constituer une société pour transférer sur l'Arve les installations hydrauliques destinées à l'alimentation de Genève et des communes suburbaines.

« La question du lac », suivant l'expression employée par l'Etat de Vaud, à propos de ce projet, (réplique de l'Etat de Vaud. Procès du niveau du Léman, page 22) « était ainsi réduite à sa « plus simple expression, en supprimant la Machine hydraulique, dont un seul mécanisme aurait « été conservé pour les cas exceptionnels.

« Cette proposition avait de grands avantages. Elle était présentée par des ingénieurs genevois « jouissant à juste titre de la plus haute confiance, et elle libérait l'issue du lac de tout assujet- « tissement industriel. C'est pourquoi le gouvernement vaudois la vit avec la plus grande faveur. »

Voici quelles étaient les grandes lignes du projet :

La force à créer était estimée à 1250 chevaux bruts, le débit minimum de l'Arve à l'étiage étant de 20 mètres cubes à la seconde, et la chute rendue disponible par l'exécution des travaux était évaluée à 4m71.

Les initiateurs du projet se proposaient de détourner l'eau de l'Arve, par le moyen d'un barrage de 70m de long, en amont d'une forte sinuosité qui entoure le lieu dit « le Bout du Monde », près Champel à 1500 mètres de Genève. Sur ce terrain l'on pouvait trouver toute la place nécessaire pour une installation hydraulique aussi étendue que possible le long du canal qui aurait coupé la presqu'île.

Le devis s'élevait à Fr. 1,500,000 ainsi décomposés :

Barrage sur l'Arve et canal de prise	Fr.	150,000
Canal de conduite. 600m à Fr. 400	»	264,000
Canal de fuite. 200m à » 450	»	90,000
Bâtiment des moteurs	»	100,000
Trois turbines à 100 chevaux. — Deux à 60 chevaux avec pompes	»	240,000
Montage des installations mécaniques	»	30,000
Conduite au réservoir de Champel	»	97,000
Réservoir sur la colline de Champel	»	60,000
Conduite de raccordement avec le réseau de la Ville	»	275,000
Filtres, achat de terrain, imprévu	»	194,000
Total	Fr.	1,500,000

Le projet consistait à transporter sur l'Arve toutes les installations hydrauliques de la Ville, de façon à laisser complètement libre l'écoulement du Rhône à la sortie du lac à Genève, puisque toute retenue d'eau pouvait ainsi être supprimée.

Il y avait donc lieu, pour évaluer le coût de l'opération, d'ajouter, au devis des travaux à faire sur l'Arve, le prix des travaux à exécuter sur le Rhône, pour en améliorer et en régler l'écoulement.

Ce coût était estimé à Fr. 750,000 ainsi décomposés :

Barrage au-dessus de l'Ile, 150m longueur, 3m hauteur	Fr.	300,000
Environ 60,000 mètres cubes de draguage et transport	»	180,000
» 2,600 » » de maçonnerie	»	156,000
Indemnités et frais imprévus	»	114,000
Total	Fr.	750,000

Les frais totaux étaient donc arrêtés à Fr. 2,250,000.

MM. Favre, Turrettini et Achard, en même temps qu'ils demandaient la concession à l'Etat de Genève et entamaient des pourparlers avec l'Etat de Vaud pour obtenir une subvention correspondant à l'avantage qui pouvait résulter pour les riverains de la solution radicale que permettait leur projet, offraient à la Ville de Genève de lui remettre sans aucuns frais pour elle la concession demandée.

En cas de refus de cette dernière, ils se déclaraient disposés à constituer une Société pour reprendre le service hydraulique de la Ville au moyen des eaux de l'Arve.

L'Etat de Vaud renvoya immédiatement cette nouvelle solution à l'étude de ses experts, MM. Pestalozzi et Legler, qui rapportèrent en date du 23 octobre 1875.

Ce rapport était complètement favorable au nouveau projet, et estimait (page 931) à 1m05, l'abaissement qui en résulterait pour le niveau des hautes eaux du Léman.

Il concluait comme suit :

« L'abaissement du niveau du lac, qui peut être lié avec l'exécution du projet de MM. Favre, « Turrettini et Achard, est d'une grande importance et promet aux riverains vaudois tant d'avan- « tages que leur canton ne reculera pas, nous l'espérons, devant de grands sacrifices pour les « mettre à l'abri d'un dommage séculaire. »

Le gouvernement vaudois adopta cette manière de voir.

Une conférence, convoquée par les soins de l'Etat de Vaud, réunit à Berne le 26 juin 1875, les techniciens représentant les Etats de Vaud et de Genève et les initiateurs du projet de l'Arve.

Elle fut suivie d'une seconde conférence à Vevey, en date du 12 août 1875, où se trouvaient réunis les délégués officiels des deux Etats.

A la suite de cette conférence et d'un nouveau rapport complémentaire des experts, le gouvernement de Vaud fit élaborer un projet de traité intercantonal qui reposait sur l'idée de la création d'une Société des eaux de Genève d'après le projet de l'Arve, Société subventionnée par la Confédération, les Etats de Vaud, Valais et Genève, la Ville de Genève et les propriétaires riverains.

Mais, au dernier moment, ni l'Etat de Genève, ni la Ville de Genève, ne voulurent souscrire au principe qui était à la base de la convention intercantonale, et la conférence de Vevey du 9 octobre 1876 amena la rupture des négociations.

Projet Ritter-Henneberg (1876)

(Voir planche C texte)

Sur ces entrefaites, un nouveau projet, intitulé : *Réglementation du niveau du Léman et utilisation des forces motrices du Rhône à Genève*, venait d'apparaître. Il émanait de M. l'ingénieur G. Ritter de Neuchâtel.

L'étude en avait été faite à la demande de MM. Benjamin Henneberg et C° de Genève, qui venaient d'acquérir la presqu'île de la Jonction, à l'intérieur du confluent du Rhône et de l'Arve, terrains d'une superficie de 15 hectares environ, qui constituaient alors des terrains maraîchers et que ses nouveaux propriétaires désiraient transformer en terrains industriels.

Il fallait, pour cela, à la fois les exhausser, (car ils étaient parfois inondés lors des grandes crues de l'Arve), et les munir d'une force motrice à bas prix.

Le projet de M. l'ingénieur Ritter avait ce double but, car il relevait le niveau du sol au moyen des draguages qu'il prévoyait dans le Rhône, et projetait tout un quartier industriel couvrant la presqu'île, et l'alimentait de force par tout un système de transmission télodynamique.

M. Ritter estimait à 2133 chevaux la force brute totale du Rhône disponible en basses eaux, et à 7200 chevaux la force en eaux moyennes. Il projetait toutefois d'augmenter le volume disponible en hiver, soit en interceptant le Rhône pendant la nuit et le dimanche, soit en utilisant une retenue de 50 centimètres dans le lac, de façon à porter à 268 mètres cubes le débit possible en basses eaux, pendant les heures ouvrables.

Ce projet nécessitait la suppression des roues existant sur le Rhône, dont la force était évaluée à 590 chevaux.

Quant à l'alimentation d'eau de la Ville, il y avait à choisir entre une transmission pure et simple de force aux pompes de la Machine hydraulique alors existante, ou bien le transfert de tout le système en aval du pont de la Coulouvrenière, dans le voisinage du barrage projeté, au lieu dit : place des Volontaires.

Le projet se composait de trois parties :

1° Le barrage et ses vannages.

1° Le bâtiment des turbines, les moteurs.

3° Les transmissions télodynamiques.

L'emplacement adopté pour le barrage (voir plan *C*) était la partie large du fleuve en aval du pont de la Coulouvrenière. Une partie du barrage devait former la fondation même du

bâtiment des Turbines. Le reste se divisait en deux parties obliques allant rejoindre les quais rive gauche et rive droite.

Ces barrages obliques contenaient chacun neuf vannes de décharge destinées à l'écoulement du Rhône en hautes eaux.

Le bâtiment des turbines placé au centre du fleuve devait recevoir vingt-deux turbines, dont vingt de 300 chevaux, et les deux autres de plus petites dimensions, destinées aux manœuvres du barrage. Les vingt turbines principales accouplées deux par deux devaient êtres utilisées : quatre pour fourniture à la distribution d'eau, et les seize autres pour la distribution de force par câbles télodynamiques.

La transmission télodynamique devait se faire par des roues de 4m50 de diamètre montées sur des piliers placés en général dans le lit du Rhône, et distants de 150 mètres.

Tel était le projet que le Conseil d'Etat de Genève décida de soumettre en 1876 à une commission de cinq experts, chargée de préaviser à la fois sur le projet de l'Arve et sur le projet du Rhône.

Cette expertise était présidée par M. Burkli-Ziegler, alors ingénieur de la Ville de Zurich.

Le rapport de cette commission fut déposé en décembre 1877 ; à la suite de ce dépôt, ainsi qu'on le verra plus loin, le Conseil d'Etat de Genève soumit en 1878 au Grand Conseil un projet de loi accordant à MM. Henneberg et Cie la concession de la force motrice hydraulique du Rhône.

CHAPITRE VI

Le procès du Niveau du Léman

Demande et conclusions de l'Etat de Vaud

Dans l'intervalle, l'Etat de Vaud s'était décidé à porter sa cause devant le Tribunal fédéral; c'est ce qu'il fit, le 27 juin 1877, en requérant de cette haute autorité une expertise pour constater la réalité et la gravité du trouble qu'il attribuait aux travaux genevois, sur tout le littoral du Léman.

Le Tribunal, malgré l'exception d'incompétence soulevée par Genève, désigna trois experts dans la personne de MM. de Salis, inspecteur fédéral des travaux publics, Culmann professeur à Zurich, et Ganguillet, ingénieur en chef du canton de Berne. Il fut procédé à cette expertise sans contradictoire, sur les seuls documents fournis par l'Etat de Vaud.

Cette première demande d'expertise provisionnelle fut suivie, le 16 juillet 1878, de l'introduction définitive de la cause des eaux du Léman devant le Tribunal fédéral. (Demande de l'Etat de Vaud contre l'Etat de Genève.) Les conclusions de cette demande étaient conçues en ces termes :

1° Que c'est sans droit que le canton de Genève a fait lui-même ou permis à d'autres de faire, à l'extrémité du lac Léman et dans le Rhône, des travaux qui ont pour effet d'exhausser le niveau des eaux du lac d'une manière qui nuit à une partie du territoire et de la population du canton de Vaud.

2° Qu'en conséquence le canton de Genève, doit enlever à ses frais les ouvrages situés sur territoire genevois qui apportent un obstacle au libre écoulement des eaux du lac et surélèvent ces eaux au détriment du canton de Vaud.

3° Que le Tribunal fédéral, après avoir entendu des experts, désignera les travaux à faire et les ouvrages à enlever, et ordonnera que ces travaux soient faits et ces ouvrages enlevés dans un bref délai, sans préjudice à toute autre mesure ultérieure dont l'utilité pourrait être reconnue en cours du procès.

Pour le cas où, après exécution des travaux ordonnés, il serait reconnu qu'ils ne sont pas suffisants pour empêcher tout dommage, le canton de Vaud se réserve expressément le droit de requérir toutes les nouvelles mesures dont l'expérience pourrait démontrer l'utilité.

4° Le canton de Vaud explique qu'il demande d'ores et déjà l'enlèvement du barrage fixe de la Machine hydraulique et des annexes de cette Machine, cet enlèvement devant être fait jusqu'au fond du lit du fleuve, y compris tous les enrochements, charpentes, pilotis et ouvrages accessoires qui se rattachent aux barrages et aux accessoires de la Machine. Il demande de plus que de larges ouvertures soient percées dans les jetées du port.

5° Le canton de Vaud demande que tous les frais du procès, y compris ceux des expertises faites, soient mis à la charge du canton de Genève.

L'exception d'incompétence soulevée par l'Etat de Genève fut écartée par le Tribunal fédéral le 17 mai 1879.

Conclusions de l'Etat de Genève

Le gouvernement genevois présenta sa réponse à la demande vaudoise dans un mémoire en date du 15 mars 1880, sous la signature de M. l'avocat Ferdinand Gentet, conseil judiciaire de de l'Etat de Genève. Ce mémoire avait été rédigé avec la collaboration, pour la partie technique, de MM. A Achard et E Merle d'Aubigné, ingénieurs.

Après avoir exposé d'une façon très développée le point de vue de droit auquel se plaçait l'Etat de Genève comme Etat souverain, ainsi que tous les faits de la cause destinés à constater que Genève avait, depuis deux siècles, amélioré les conditions d'écoulement du Rhône à Genève, il concluait en ces termes :

En droit, attendu : 1° Que tout ce qui existe actuellement à Genève dans le lit du lac ou du Rhône, très spécialement tout ce dont Vaud demande la destruction ou la modification, a été établi, érigé et concédé dans la plénitude des droits appartenant à l'Etat de Genève comme Etat souverain et confédéré ;

2° Que cela est d'autant plus certain, que l'Etat de Genève n'a affecté cette partie de son domaine public qu'à des usages et à des services publics, naturels, primordiaux et nécessaires.

En fait, attendu : 1° Qu'il est incontesté que le niveau ancien du lac a été beaucoup plus élevé qu'il n'est aujourd'hui, et que le lac a une tendance constante à restreindre graduellement son extension primitive ;

2° Que le niveau du lac est subordonné avant tout aux causes qui l'alimentent, et que ces causes se sont, ces dernières années, considérablement aggravées, notamment par les travaux de canalisation et de drainage du Rhône supérieur ;

3° Que les efforts constants de l'Etat et de la municipalité de Genève ont été, depuis le commencement de ce siècle, de désobstruer le lac et le Rhône dans la Ville de Genève ;

Que cette désobstruction est aujourd'hui complète ;

4° Que les effets immédiats de cette désobstruation ont été une augmentation dans le courant du Rhône, un draguage naturel de son lit, la disparition totale des bancs de gravier, enfin une facilité beaucoup plus grande donnée à son écoulement naturel ;

5° Que les ouvrages actuellement existants dans la Ville de Genève ne produisent aucune surélévation du niveau des hautes eaux du lac, n'ont jamais eu pour effet de surélever ce niveau par rapport à ce qu'il était avant la création de ces ouvrages, et qu'au contraire la substitution des ouvrages actuels aux ouvrages anciens, aujourd'hui supprimés, constitue une amélioration au point de vue de l'écoulement des eaux du lac ;

6° Qu'ainsi que l'Etat de Genève l'a toujours soutenu de temps immémorial, le niveau des hautes eaux du lac ne tend nullement à s'élever ;

Qu'au contraire, ce niveau ne s'est jamais élevé aussi haut que dans les années 1792, 1816, 1817 et 1846, et que, depuis lors, jamais il n'a atteint le niveau de cette dernière année ;

7° Enfin, que l'Etat de Vaud, dont les allégations sont déniées, notamment celles relatives à la surélévation des hautes eaux du lac et à la cause de cette prétendue surélévation, n'apporte aucune preuve à l'appui de ses allégations et n'offre même pas de les prouver;

En définitive,

Attendu que la demande de l'Etat de Vaud est, en droit et en fait, non recevable et mal fondée;

A ce qu'il plaise au Tribunal fédéral,

1° Déclarer la demande de l'Etat de Vaud non recevable et mal fondée.

2° Donner acte à l'Etat de Genève de toutes et de chacune des réserves contenues dans la présente réponse, et notamment de celles contenues dans les réserves et observations préliminaires.

3° Réserver à l'Etat de Genève, son droit de duplique et la faculté de développer oralement les présentes conclusions.

Lui réserver d'appeler éventuellement en cause la Confédération et l'Etat du Valais, et de prendre contre l'Etat de Vaud, telles conclusions reconventionnelles qu'il appartiendra

4° Débouter l'Etat de Vaud de toutes autres conclusions et le condamner aux frais et dépens de la présente instance.

A ce mémoire étaient joints une série de plans et de tableaux.

L'Etat de Vaud répliqua en date du 30 juillet 1880, par un mémoire non moins volumineux et non moins étudié, discutant point par point, toutes les réponses de Genève.

Il joignait également à cette réfutation tout un dossier de plans et tableaux à l'appui de ses allégations.

Ce travail fut à son tour réfuté par un nouveau mémoire, daté du 12 décembre 1880 (Duplique de l'Etat de Genève), auquel étaient annexées deux notes de M. le professeur E. Plantamour, dont l'une répondait aux observations climatériques publiées dans la Réplique du canton de Vaud.

Comme complément au dossier déjà remis, l'Etat de Vaud déposa encore, en date du 31 mai 1881, une série de documents répondant plus particulièrement aux divers mémoires de M. le professeur E. Plantamour.

Telle est l'analyse plus que succincte du dossier énorme que devaient étudier les experts qu'allait nommer le Tribunal fédéral.

CHAPITRE VII

Projet de loi accordant le monopole des Forces motrices du Rhône à MM. Henneberg et Cie

(Voir texte planche C)

Première demande de concession (1878)

Pendant que se développait cette volumineuse procédure, les événements s'étaient suivis rapidement dans l'ordre des faits.

Comme nous l'avons dit plus haut, le 26 juin 1878, le Conseil d'Etat de Genève, par l'organe de M. Gavard, président du Département des Travaux publics, présentait un rapport très étudié et très complet à l'appui d'un projet de loi accordant à MM. Henneberg et Ce la concession de la force motrice du Rhône.

Ce rapport commençait par résumer les considérations historiques relatives à la question du niveau des hautes eaux du Léman.

Il rappelait que, dès 1671, l'ingénieur Evoi proposait de construire sur le Rhône, entre la Fusterie et Chantepoulet, un barrage avec écluses, destiné à maintenir l'eau du lac à une hauteur égale en été et en hiver, à favoriser le service du port et le déchargement des marchandises et à remplir les fossés des fortifications.

Puis il passait en revue les réclamations successives des gouvernements bernois et vaudois au sujet du niveau du lac, dès 1698 jusqu'à nos jours.

Dans un second chapitre, il énumérait les divers projets d'utilisation qui s'étaient succédé depuis le projet Micheli en 1715, pour passer par le projet Vallée de 1856, Ed. Lullin 1869, Pestalozzi et Légler 1874, Sanlaville de 1875, Favre, Turrettini et Achard de la même année.

Le rapport arrivait ensuite à la description du projet de MM. Henneberg et Ce.

Le chapitre III était consacré à l'étude comparative des divers projets, et, s'appuyant sur le rapport d'expertise présenté par M. Burkli-Ziegler, concluait à l'adoption du projet Henneberg et Ce, comme réalisant les meilleures conditions relatives à l'utilisation des forces motrices environnant Genève et à la régularisation du Léman.

Le rapport attirait toutefois l'attention sur le fait que le projet Ritter-Henneberg avait admis comme niveau maximum normal la cote de 0m045 sous PN., tandis que la commission d'enquête adoptait comme niveau supérieur la cote PN., — 1,35.

Il indiquait qu'un accord était cependant intervenu entre le futur concessionnaire et les experts pour fixer à PN. — 1,20 le niveau maximum normal.

Le rapport discutait ensuite le meilleur mode pour mener rapidement à bien la grande

œuvre projetée. Il concluait qu'il valait mieux proposer au Grand Conseil d'accorder en principe et immédiatement la concession demandée, sauf à fixer par des lois et arrêtés ultérieurs les dispositions relatives aux intérêts multiples qui étaient en cause, plutôt que d'attendre que les concessionnaires se fussent mis d'accord avec les Etats riverains, la Ville de Genève, les usiniers à exproprier et les financiers disposés à soutenir l'entreprise.

Enfin dans un quatrième chapitre, le rapport discutait un à un les articles du projet de loi.

L'article 1er accordait à MM. Henneberg et Cie, pour 99 ans, la concession de la force motrice hydraulique du Rhône, dès sa sortie du lac, jusqu'à un kilomètre en aval de la Jonction.

A l'article 2, le Conseil d'Etat était chargé d'entamer avec les Etats riverains du lac des négociations officielles pour fixer les cotes de niveau futures et les subventions à intervenir.

L'article 4 supprimait toutes les concessions à bien plaire antérieures. Par contre, l'article 5 indiquait que le concessionnaire aurait à restituer la force supprimée sur la base d'un tarif officiel à intervenir.

La suite du rapport examinait la situation faite à la Ville de Genève pour son service hydraulique datant de 1708, et faisait l'historique de ce service, puis analysait les concessions accordées successivement à des bateaux à laver et aux quinze usiniers, environ, qui utilisaient la force du Rhône, et discutait les prétentions de ces derniers.

Le rapport se terminait par le projet de loi en onze articles.

Le projet fut renvoyé par le Grand Conseil à une commission de neuf membres, le 13 juillet 1878, après un tour de préconsultation très nourri.

La commission, à la suite d'un travail considérable, rapporta le 19 octobre de la même année, à l'unanimité, par l'organe de son président, M. le Conseiller d'Etat Gavard, dans le sens de l'ajournement indéfini du projet.

La cause indiquée à l'appui de cette proposition était l'impossibilité matérielle où était le Grand Conseil de discuter d'une manière utile une question aussi délicate, étant donnée l'expiration prochaine de ses fonctions.

En réalité, les modifications apportées par la commission au projet du Conseil d'Etat avaient amené MM. Henneberg et Co à retirer temporairement leur demande de concession.

Deuxième demande de concession (1881)

L'affaire revint sur le tapis le 1er juin 1881 par un nouveau rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil.

Ce rapport, présenté par M. le Conseiller d'Etat Gavard, appuyait un nouveau projet de loi accordant à la « Société pour l'utilisation des eaux du Rhône », la concession de la force motrice de ce fleuve.

Les plans étaient les mêmes que ceux présentés le 19 octobre 1878 et étudiés par M. l'ingénieur Ritter. La société concessionnaire était représentée par MM. Lan, directeur de la Société Lyonnaise des Eaux, Henneberg, Richard et Karcher.

Le rapport rappelait les oppositions et les réserves formulées par les intéressés contre le projet, et spécialement par la Ville de Genève, et expliquait comment le Conseil d'Etat estimait que la nouvelle rédaction du projet de loi devait donner satisfaction à chacun.

Le 11 juin 1881 eut lieu le tour de préconsultation, à la suite duquel le projet de loi fut renvoyé à une commission de neuf membres.

Le Grand Conseil paraissait, d'une façon générale, favorable au projet, mais la situation nouvelle créée à la Ville de Genève et aux anciens usiniers paraissait le point principal sur lequel devait porter la discussion. La Ville déclarait ne pas s'opposer à la concession, mais demandait des garanties. Elle voulait, entr'autres, que le prix auquel lui serait restituée la force dont elle disposait, et auquel lui serait fournie ensuite la force ultérieure dont elle pourrait avoir besoin pour le développement de son service hydraulique, ne fût pas supérieur au prix auquel cette force lui revenait.

La commission nommée eut de nombreuses séances, où furent entendus les principaux intéressés. Elle rapporta le 18 janvier par l'organe de M. l'ingénieur Raoul Pictet. Le rapport, après avoir passé en revue les divers côtés, techniques, internationaux et intercantonaux que présentait le projet, concluait à l'adoption du projet de loi avec quelques modifications de peu d'importance.

Toutefois les conditions dans lesquelles la société concessionnaire s'engageait à fournir la force à la Ville de Genève n'étaient ténorisées que dans des termes vagues, la convention y relative ne devant intervenir que postérieurement à l'octroi de la concession. Aussi les débats sur le projet de loi furent-ils fort animés et durèrent-ils plusieurs séances.

En même temps, la presse discutait les divers points controversés, et l'opinion publique commençait à s'émouvoir de la situation faite à la Ville. Dans diverses lettres adressées au *Journal de Genève*, MM. les ingénieurs Turrettini et Merle d'Aubigné, ce dernier directeur du service hydraulique municipal, attirèrent l'attention publique sur l'avantage qu'aurait la Ville à exécuter par ses propres ressources les travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône.

Mais le Conseil administratif de la Ville de Genève alors en charge, se rappelant toutes les déconvenues qu'avait eues l'administration municipale de 1867 à 1875 pour l'augmentation de son service hydraulique, paraissait fort peu soucieux de faire courir aux finances municipales un pareil aléa.

Opposition au monopole accordé à une société particulière

A la fin du premier débat sur le projet de loi, M. B.-A. Brémond, à la fois député au Grand Conseil et conseiller municipal de la Ville de Genève, proposa l'ajournement du deuxième débat à la session de juin en ces termes :

« Considérant que la Ville de Genève a joui jusqu'à ce jour du monopole des eaux ; que la force motrice du Rhône passant à Genève est un capital appartenant au domaine public et dont les intéressés ne sauraient se dessaisir sans mûre réflexion ;

« Considérant que le projet de loi en discussion devant le Grand Conseil peut réduire dans une forte proportion les ressources actuelles de la Ville de Genève ; que des documents nouveaux prouvent que le produit annuel du service des eaux s'est augmenté de 100,000 francs dans les dix dernières années ; que cette plus-value continue, susceptible d'une augmentation progressive et régulière, lorsque le service des eaux mieux aménagé se serait développé normalement, soit dans la Ville, soit dans les communes suburbaines, permettrait à la Ville de combler une partie du déficit des recettes budgétaires, tel qu'il ressort des rapports lus récemment au Conseil municipal ;

« Considérant que le Conseil administratif et le Conseil municipal sont à la veille d'une réélection et qu'il ne convient pas à leurs membres actuels de prendre dans cette circonstance une résolution aussi importante pour les intérêts de la Ville;

« Considérant enfin qu'il est de toute nécessité que la question reste en l'état jusqu'à ce que les nouveaux pouvoirs municipaux puissent décider en connaissance de cause, au mieux des intérêts de la Ville qui leur sont confiés, j'ai l'honneur, messieurs les députés, de vous demander l'ajournement des second et troisième débats sur le projet de loi accordant à une société la concession des forces motrices du Rhône. »

Cette proposition d'ajournement était la conséquence naturelle d'un rapport que venait de publier l'ingénieur Merle d'Aubigné, rapport où celui-ci prouvait que, depuis 1870, soit dans les dix dernières années, les recettes du service municipal des eaux s'étaient accrues en moyenne de 10,000 francs par année, avec les faibles moyens dont disposait la Ville de Genève.

La proposition d'ajournement de M. Brémond fut discutée fort vivement dans deux séances des plus animées, mais fut repoussée à l'appel nominal, le 1er mars 1882, par 61 voix contre 16.

La discussion du projet de loi en deuxième débat fut immédiatement abordée.

Le 3 mars, M. Brémond, poursuivant la campagne commencée, interpelait, dans le sein du Conseil municipal, le Conseil administratif pour connaître l'état des négociations entre la Ville et la société concessionnaire.

Cette interpellation était motivée par le refus opposé par le Conseil administratif à une demande qu'il avait reçue, par écrit, d'introduire lui-même la question au Conseil municipal. Le Conseil administratif, mis au pied du mur, s'engagea à répondre à bref délai. Il le fit en effet par un mémoire en date du 21 mars 1882.

Ce mémoire exposait d'abord les négociations qui s'étaient succédé depuis 1876 avec la société concessionnaire, et donnait ensuite le texte d'une lettre du 7 octobre 1878, adressée à la commission du Grand Conseil chargée d'étudier la demande de concession Henneberg et Cᵒ, lettre qui réservait les droits de la Ville et signalait les inconvénients du projet Ritter, pour l'écoulement des égouts, pour les quais-ponts et constructions riveraines. La lettre concluait au refus de la concession demandée par MM. Henneberg et Cᵒ.

Puis le mémoire du Conseil administratif passait en revue les pourparlers engagés à la suite de la nouvelle demande de concession de 1881. Il se terminait par un remarquable rapport adressé en date du 10 mars 1882 au Conseil administratif, par l'ingénieur Merle d'Aubigné.

Ce mémoire prouvait d'abord la convenance qu'il y avait pour la Ville à conserver la gestion du service des eaux, et par suite à exécuter elle-même l'utilisation des forces motrices.

Il se basait sur les expériences faites à Zurich, Liverpool, Manchester, Glasgow, Marseille et Bruxelles. Il s'appuyait sur les travaux de M. l'ingénieur Burkli-Ziegler, de Zurich, et prouvait, par une série d'exemples, que les municipalités s'étaient toujours bien trouvées de conserver la gestion du service des eaux.

Il passait ensuite en revue le développement croissant du service des eaux, d'abord dans la période de 1841-1870, qui avait donné un bénéfice net moyen de fr. 7,500, puis dans la période 1870-1880, qui soldait par un bénéfice net moyen de fr. 101,500, tout intérêt et amortissement payé.

Enfin, il arrivait à l'année 1881 qui soldait par un bénéfice net de fr. 127,500.

Passant à l'avenir, il prouvait par des chiffres qu'en 1890 les recettes atteindraient Fr. 411 000
Les dépenses . . . . » 183,500
Laissant un bénéfice net approximatif de . . . . Fr. 227,500

chiffre qui permettait donc d'augmenter considérablement les installations hydrauliques municipales, sans nuire à la position financière de la Ville.

Il concluait par ces mots :

« *Le monopole d'une compagnie n'offre ni les avantages de la liberté expansive, ni la garantie gouvernementale; on y rencontre tous les défauts de la liberté et tous les défauts de l'Etat.* »

Le mémoire du Conseil administratif concluait à la nomination d'une commission chargée d'étudier la question de savoir si la Ville devait elle-même exécuter les travaux du Rhône.

Le Conseil municipal, à la suite d'un tour de préconsultation sur ce rapport, nomma, le jour même, au scrutin secret une commission de neuf membres, qui se trouva composée de conseillers en majorité favorables à l'entreprise par la Ville.

Cette commission rapporta le 12 avril 1882 par l'organe de M. A. Annevelle.

La commission avait prié le Conseil administratif de lui communiquer ses vues ; ce dernier avait refusé, déclarant s'en rapporter à son mémoire du 21 mars 1882 ; puis elle avait entendu MM. les ingénieurs Merle d'Aubigné et Turrettini, favorables au projet d'exécution par la Ville, et M. Ritter, auteur du projet de la société concessionnaire.

Elle avait en outre reçu deux mémoires, l'un de Merle d'Aubigné, l'autre de M. Turrettini pour exposer leur manière de voir.

Dans son mémoire, M. Turrettini indiquait le plan d'après lequel la Ville devrait procéder, si celle-ci voulait proportionner ses dépenses aux besoins de force et ne pas être entraînée, comme dans le projet Ritter, à la création immédiate de la force définitive, au prix de coûteux travaux qui ne pourraient être rémunérés qu'à une date lointaine.

Ce projet consistait : 1° Dans l'établissement d'un barrage mobile sur le bras droit du Rhône à la hauteur de la Machine hydraulique, barrage destiné à régulariser le niveau du lac ; 2° dans l'établissement d'un second barrage avec vannes et turbines sur le bras gauche.

Le mode de procéder proposé pour l'exécution des travaux permettait d'exécuter ceux-ci en trois périodes successives, de façon à échelonner les dépenses au prorata des recettes.

Le coût de la création d'une force de 3,000 chevaux était évalué par M. Turrettini à Fr 2,000,000.

Dans le projet esquissé, le Rhône conservait un écoulement sensiblement normal et continu, au lieu d'être arrêté les nuits et dimanches comme dans le projet Ritter.

M. Turrettini ajoutait :

« L'on peut prévoir encore pour l'avenir l'utilisation de la force hydraulique disponible à deux kilomètres de la Ville, vers les moulins de Vernier.

« Là, le Rhône fait un double coude fort brusque, et il est facile, en traversant par un tunnel de 1,300 mètres de longueur, la presqu'île d'Aïre, d'obtenir le débit combiné de l'Arve et du Rhône sous 7^{m},50 de chute, ce qui, avec un minimum de 100 mètres cubes par seconde, correspond à 10,000 chevaux bruts, ou à 7,000 chevaux effectifs, en toute saison et en travail continu.

« Cette somme de richesse considérable serait *absolument détruite* par la réalisation du projet Ritter, qui arrête les eaux du Rhône pendant 12 heures journellement.

« Cependant cette force sera bientôt nécessaire, si la Ville de Genève doit un jour transformer par l'électricité son éclairage public et privé, car, alors, la force du Rhône à son débouché du lac deviendrait insuffisante.

« Je résume, dit en terminant M. Turrettini, les points sur lesquels j'ai désiré attirer votre attention :

« Le projet Ritter, tel qu'il est conçu aujourd'hui, ne doit pas s'exécuter, par les motifs suivants :

« 1° Il maintient le niveau moyen du lac à une hauteur incompatible avec les réclamations des riverains.

« 2° Il amènera nécessairement une opposition du gouvernement français pour le préjudice grave qu'il portera aux usines de Bellegarde

« 3° Il annulera à tout jamais la valeur de la principale force du Rhône, située aussi aux confins de la Ville, et détruira pour toujours cette richesse nationale.

« 4° Il supprimera une ressource précieuse pour la Ville, ressource qui permettrait dans un temps relativement court de parer à ses déficits croissants. »

Ajournement accordé à la Ville de Genève

Le rapport de la commission, s'appuyant sur les rapports de MM. Merle d'Aubigné et Turrettini, après avoir mis en évidence l'avantage pour la Ville de prendre en main l'exécution du projet de création de forces motrices du Rhône, proposait l'adoption de l'arrêté suivant :

Le Conseil municipal,

Considérant :

1° Qu'il est de la plus haute importance d'utiliser efficacement les forces motrices fournies dans le voisinage de la Ville, par le Rhône et l'Arve, se montant au minimum à 10.000 chevaux effectifs, et d'une manière qui sauvegarde entièrement les intérêts actuels et futurs de la Ville et du canton ;

2° Que notamment, il est nécessaire de prévoir soit l'application de ces forces à l'éclairage électrique de l'agglomération genevoise, soit leur transmission pour les fournitures d'eau et pour l'industrie ;

3° Que l'établissement d'un barrage avec retenues peut avoir pour effet de nuire à l'utilisation des forces disponibles en aval ;

4° Que la Ville peut et doit réclamer pour elle l'exploitation de la force motrice du Rhône, dans le but d'augmenter ses ressources, à charge par elle de se conformer, moyennant indemnité, aux décisions des Etats riverains concernant le niveau du lac ;

5° Que toutefois les autorités municipales actuelles sont trop près de l'échéance de leur mandat pour pouvoir présenter d'ores et déjà un projet définitif et une demande de concession ;

Sur la proposition de sa commission,

Arrête :

Le Conseil administratif est chargé de demander au Conseil d'Etat d'intervenir auprès du Grand Conseil pour que ce corps veuille bien ajourner le troisième débat sur le projet de loi accordant une concession des forces motrices du Rhône à MM. Lan, Henneberg, Karcher et Piachaud, et cela pendant le temps nécessaire pour que les autorités municipales de la Ville de Genève puissent présenter, à leur tour, une demande de concession basée sur des études détaillées.

Ce projet d'arrêté fut voté le 17 avril 1882 à l'unanimité par le Conseil municipal.

A la suite de ce vote, le Grand Conseil, qui avait poursuivi dans de nombreuses séances, la

discussion en deuxième débat du projet de loi accordant la concession à la Société d'Utilisation des forces motrices du Rhône, fut nanti de la demande d'ajournement formulée par la Ville.

M. le conseiller d'Etat Gavard, au nom de la commission du Grand Conseil, déclara accepter l'ajournement demandé, et conclut par ces mots :

« Quant à moi, je dois déclarer que si le projet devait s'exécuter par la Ville, je serais « heureux d'avoir contribué pour ma faible part à la marche d'une idée qui paraissait inabor- « dable, à l'accomplissement d'une œuvre utile à la Ville et profitable au pays tout entier. »

L'ajournement de la discussion au 31 août 1882 fut voté ensuite, afin de permettre les études annoncées par la Ville.

CHAPITRE VIII

Concession des Forces motrices du Rhône à la Ville de Genève

Les études

On était alors à la fin d'avril, et le renouvellement des autorités municipales devait avoir lieu à la fin de mai. La population s'était passionnée pour et contre l'exécution des travaux par la Ville ; la politique, comme toujours, s'était intimement mêlée à la question ; aussi les élections, par le peuple, du Conseil municipal le 14 mai 1882, et quinze jours plus tard, du Conseil administratif (pouvoir municipal exécutif) furent faites exclusivement sur cette question. Les partisans de l'exécution par la Ville l'emportèrent de haute lutte à une forte majorité.

Le nouveau Conseil administratif élu, composé de MM. Ed. Pictet, Rutishauser, Turrettini, Empeyta et Lecointe, était unanime sur la question.

M. l'ingénieur Turrettini, nommé par ses collègues délégué aux travaux, fut chargé de poursuivre immédiatement l'étude du projet.

Sur sa proposition, le Conseil administratif nomma une commission générale de dix-huit membres pour l'examen général du projet, en même temps qu'il chargeait plus spécialement M. l'ingénieur Legler, de Glaris, de l'étude technique de la question.

M. l'ingénieur Legler, étant en même temps expert de l'Etat de Vaud dans le procès du niveau du Léman, présentait l'avantage de connaître entièrement le sujet, et son choix devait amener plus facilement à une entente amiable.

Le questionnaire suivant fut remis à M. Legler :

1° Quel est le maximum de force régulière que la Ville de Genève pourrait créer sur le Rhône en utilisant la chute totale disponible, du débouché du lac à la Jonction, soit en conservant les conditions actuelles d'écoulement du lac, soit en régularisant simultanément le niveau du lac, de façon à satisfaire aux vœux des riverains et, en tous cas, en laissant en tout temps un écoulement suffisant pour ne pas porter préjudice aux usines créées, ou qui pourraient être créées en aval ?

2° Sous quelle forme et par quel projet rationnel pourrait-on créer cette force ?

3° Cette force pourrait-elle être créée par étapes successives sans nuire au résultat final ?

4° Dans le cas affirmatif, comment seraient établies ces étapes, et quelle serait la dépense approximative pour chacune ?

5° Dans le cas d'utilisation du bras gauche du Rhône seul, comme canal industriel, le bras droit servant seulement à la régularisation, y a-t-il avantage à établir un canal de fuite des turbines au moyen d'une digue séparant les eaux des deux bras, ce qui permettrait de réduire le

draguage de la partie droite du fleuve ; ou est-il préférable de draguer toute la largeur du fleuve, et d'éviter ainsi la digue longitudinale ?

6° Pourrait-on réserver la restitution de la force aux usiniers de la rive droite, jusqu'au moment où le débit nécessaire aux turbines dépasserait 80 mètres cubes, conservant le débit du fleuve inutilisé pour faire mouvoir dans les conditions actuelles les moteurs existants de la rive droite à Souterre, ou est-il préférable de prévoir la restitution immédiate de la force aux usiniers ?

7° Quelle sera l'influence du projet d'utilisation que prévoira M. Legler sur les conditions actuelles d'écoulement des égouts de la Ville ?

8° Y a-t-il avantage à laisser subsister les pompes actuelles de la Ville de Genève dans les emplacements qu'elles occupent maintenant, en leur transmettant la force par câbles ou autrement, ou serait-il préférable de les transporter dans le voisinage immédiat des turbines à établir ?

Le travail de M. l'ingénieur Légler, dans l'alternative de la régularisation du niveau du lac, devait être basé sur les données suivantes : Le niveau minimum sera à 1ᵐ80 sous PN., soit 1ᵐ20 au-dessus du 0 du limnimètre normal.

Le niveau maximum devra être calculé sur un abaissement de 60 à 65 centimètres au-dessous du maximum de l'année 1874.

Subsidiairement :

9° Quelle serait la force disponible en utilisant la chute du fleuve, de la Jonction aux moulins de Vernier, et quelle serait la dépense approximative afférente à ce projet ? Indiquer quelle serait la disposition la plus avantageuse d'utilisation de cette chute ?

En même temps que le Conseil administratif s'adressait à M. Legler, il demandait et obtenait du Conseil municipal nouvellement nommé, un premier crédit de fr. 7,000 pour les études préliminaires (Séance du 20 juin 1882).

Premiers rapports de MM. Legler et Achard

(Voir texte planche D)

Dès les premiers jours de juillet, M. Legler envoya la réponse à la dernière question relative à l'utilisation de la force motrice du Rhône aux moulins de Vernier.

Le 2 août, M. Legler adressait son rapport principal.

M. l'ingénieur A. Achard, rapporteur de la sous-commission technique, avait traduit en toute hâte le volumineux travail de M. Legler, qui était distribué au Conseil municipal. Ce travail était accompagné d'une discussion du mémoire de M. Legler (voir fascicule I, pages 7 à 49) rédigée par M. Achard.

Dans son rapport, M. Legler rappelle sommairement les projets antérieurement présentés, à savoir le projet de MM. Pestalozzi et Legler de 1875 et le projet de M. Ritter de 1876.

Il indique qu'il a établi ses calculs sur un débit constant pendant 24 heures par jour pour ne pas tomber dans l'inconvénient du projet Ritter qui arrêtait le Rhône la nuit et les dimanches pour obtenir la réserve nécessaire.

Il rappelle ensuite que M. l'ingénieur Achard avait déjà, en 1878, fait d'une manière très scientifique un travail analogue au sien sous le titre : *Exposé d'une modification au projet de MM. Pestalozzi et Legler*, et que ce travail pourra servir à contrôler les résultats de son propre rapport.

M. Legler en arrive ensuite à l'aménagement nouveau des deux bras du Rhône en vue d'un plus grand débit. Il explique que le débit du bras gauche destiné à devenir canal industriel pourra atteindre 350 mètres cubes par seconde avec une cote de fond PN. — 4m50, avec une pente de 1.3 °/₀₀.

Le bras droit serait creusé à la même profondeur, et deviendrait le canal de régularisation.

Le canal de fuite au-dessous du futur bâtiment des turbines devrait avoir une largeur minimum de 60 mètres, une profondeur d'eau minimum de 4 mètres et une pente de 1 °/₀₀.

Le rapport de M. Legler examine ensuite le mode de régularisation du lac le plus approprié au but, et par le calcul, jour par jour, des entrées et des sorties pour l'année 1874, établit le niveau qu'aurait eu le lac dans l'hypothèse que la correction prévue eût été un fait acccompli : il montre que les débits nouveaux auraient permis de maintenir le lac en 1874 entre les deux cotes PN. — 1.20 et PN. — 1.80, indiquées par le Conseil administratif comme limites entre lesquelles le lac devrait varier dans l'avenir.

Le chapitre suivant est consacré à l'étude des débits, pour chaque régime du Rhône, de la chute brute et des forces hydrauliques en résultant.

M. Legler démontre que l'on peut, par des approfondissements successifs, en aval, avoir successivement une force disponible de 1,333, 2,666 et 7,000 chevaux.

Cette question amène naturellement M. Legler à déterminer la quotité d'approfondissement nécessaire pour atteindre la chute correspondant à chacune des périodes sus-indiquées, et il établit la profondeur d'eau nécessaire pour obtenir des débits variant jusqu'à 700 mètres cubes par seconde.

Le sixième chapitre est consacré à l'examen des conditions d'établissement du barrage principal du bras droit, que M. Legler propose de placer à la hauteur du pont de la Machine. Il propose, en outre, l'établissement de vannes de décharge, du bras gauche dans le bras droit, en aval de l'Ile. Il indique éventuellement la possibilité d'établir des vannages supplémentaires, soit en utilisant les coursiers des anciennes machines, soit en établissant un vannage entre le bâtiment de l'ancienne Machine hydraulique et la pointe amont de l'Ile.

M. Legler propose de placer le futur bâtiment des turbines en aval du pont de la Coulouvrenière et d'y placer successivement des turbines de 200 chevaux au fur et à mesure des besoins.

Le dernier chapitre est consacré à l'étude financière du projet.

Le coût du projet A — 1,333 chevaux — est devisé à fr. 1,400,000.
Le coût du projet B — 2,666 chevaux — — à fr. 2,500,000.
Le coût du projet C — 7,000 chevaux — — à fr. 4,500,000.

Dans ces prix, ne sont compris que les travaux nécessaires à la création de la force, mais non les pompes, les canalisations et les systèmes de transmission de la force.

Il ressortait donc de cette étude sommaire :

1° Que la Ville de Genève se trouvait dans des conditions exceptionnellement favorables en vue de l'utilisation de forces motrices importantes, grâce au débit et à la pente du Rhône à sa sortie du lac.

2° Que la création de cette force, qui s'élevait au total à 12,000 chevaux bruts, pouvait se faire par étapes successives en deux emplacements et en quatre périodes différentes, à savoir :

a) Création d'une force de 1333 chevaux bruts, avec une dépense totale de fr. 1,400,000.

b) Création d'une force supplémentaire de 1333 chevaux bruts, par une dépense supplémentaire de fr. 900,000.

c) Création d'une force supplémentaire de 4334 chevaux bruts par une dépense supplémentaire de fr. 2,000,000, ce qui porterait à 7,000 chevaux la force créée en cet endroit, avec une dépense totale de fr. 4,500,000, auxquels il convenait toutefois d'ajouter la dépense afférente à la restitution de force aux usines déjà existantes et aux pompes élévatoires de la Ville de Genève, ainsi que les frais de transmission de forces aux nouvelles usines qui se créeraient; mais ces derniers frais ne devaient se faire qu'au fur et à mesure des besoins de l'industrie.

d) Création, à Vernier, d'une installation de 5,000 chevaux. L'ensemble des frais d'utilisation de cette dernière force ne devait se monter guère à plus d'un million.

La Ville de Genève pourrait donc créer dans son voisinage immédiat, pour une somme totale de fr. 5,500,000 à 6,000,000, une force de 12,000 chevaux bruts, et cela en quatre périodes successives, ce qui permettrait de proportionner toujours la dépense à exécuter, aux besoins des services publics et de l'industrie, et, par conséquent, aux ressources de la Ville.

M. l'ingénieur Achard accompagna le mémoire de M. Legler d'une critique très serrée. M. Achard approuvait les lignes générales du projet, mais concluait à ce qu'il y avait lieu de modifier la proportion dans laquelle les deux bras contribueraient à l'écoulement total, en accroissant considérablement le débit du bras droit. (Fascicule 1, p. 7).

Propositions du Conseil Administratif pour demander la concession des Forces motrices du Rhône en faveur de la Ville de Genève (août 1882)

A la suite de cette étude, le Conseil Administratif n'hésita pas à proposer au Conseil municipal de demander à l'Etat de Genève la concession des forces hydrauliques du Rhône, mais en réservant toutefois la possibilité de répartir d'une manière rationnelle la création de la force suivant les besoins existants, ainsi que le permettait l'étude préliminaire qui était présentée.

Le Conseil Administratif attirait en même temps l'attention du Conseil municipal sur le fait que la dépense de première installation était grevée, dans l'alternative de l'abaissement du niveau du lac, de frais considérables qui ne pouvaient incomber à la Ville de Genève, et il estimait qu'il était juste que ceux qui en retireraient le bénéfice, fournissent dans ce but une subvention équitable.

On ne devait pas oublier, en effet, que les résultats obtenus par les travaux proposés par M. Legler auraient de grands avantages pour deux cantons voisins, et devaient intéresser par conséquent à un haut degré la Confédération Suisse, qui a toujours aidé dans une forte proportion (un tiers) les cantons confédérés lorsqu'il s'est agi de corrections de rivières.

L'évaluation de la subvention que devrait recevoir la Ville de Genève des riverains du lac et de la Confédération, devait, dans l'esprit du Conseil Administratif, être égale à la dépense que nécessiterait l'amélioration de l'écoulement du lac. Dans le cas où il ne serait pas fait emploi de la force motrice existante à la sortie du lac, cette dépense était évaluée par MM. Legler et Pestalozzi, experts de l'Etat de Vaud (page 84 de leur rapport au Conseil d'Etat du canton de Vaud sur les conditions d'écoulement du Rhône à Genève, 1876) à la somme de fr. 750,000.

Ce chiffre ne correspondait pas, en réalité, à la perte qu'aurait faite la Ville de Genève en améliorant l'écoulement du lac, puisque, d'après le rapport de la sous-commission technique, la force obtenue dans la première période se serait trouvée égale à la force de la deuxième période, soit 2666 chevaux, si l'on avait pu conserver les conditions actuelles d'écoulement du lac; la dépense causée par le travail d'abaissement du niveau aurait donc coûté à la Ville la somme de fr. 1,100,000.

C'était donc ce dernier chiffre qui devait servir de point de départ à la demande de subvention.

Une fois cette question préliminaire de la subvention résolue, le Conseil Administratif, sur le préavis de la Commission consultative, concluait à la demande de concession, confiant qu'il était que l'exécution par la Ville de Genève du projet d'utilisation des forces du Rhône, tout en amenant naturellement la solution du conflit pendant entre les Etats de Genève et de Vaud, contribuerait en même temps, dans une large mesure, à la prospérité commerciale et industrielle de Genève. Le Conseil administratif proposait donc de demander à l'Etat de Genève la concession de ces forces.

Dans le projet d'arrêté qui était soumis au Conseil municipal, le Conseil administratif avait résumé, autant que possible, les points principaux du projet de loi, tel qu'il espérait que ce projet sortirait des délibérations du Grand Conseil.

Il avait d'autant plus raison de l'espérer qu'il s'était inspiré autant que possible des clauses du projet de loi voté en deuxième débat, accordant le monopole des forces hydrauliques du Rhône à MM. Henneberg et C°, et cela dans l'idée que la Ville de Genève ne saurait équitablement être placée dans une situation plus fâcheuse qu'une société privée.

La complète harmonie qui avait régné dans toute l'élaboration du projet entre le Conseil d'Etat et le Conseil administratif permettait de croire que la demande de concession serait promptement mise en discussion par le pouvoir législatif. Le Conseil administratif était certain en outre, que le Conseil d'Etat ferait tous ses efforts pour obtenir en faveur de la Ville, soit de la Confédération, soit des Etats riverains, une subvention proportionnelle aux sacrifices qu'elle devrait s'imposer pour obtenir la régularisation du lac, simultanément avec la création des forces hydrauliques du Rhône.

Le projet d'arrêté soumis à l'approbation du Conseil municipal était rédigé en ces termes :

Le Conseil municipal,

Sur la proposition du Conseil administratif,

Arrête :

Article premier. — Le Conseil administratif est chargé de s'adresser au Conseil d'Etat aux fins d'obtenir pour la Ville de Genève, une concession ayant pour but l'utilisation de la force motrice hydraulique du Rhône, avec la garantie qu'il ne sera fait ni dans les 500 derniers mètres du cours de l'Arve, ni dans les 5,000 mètres du lit du Rhône en aval de la Jonction, aucun travail qui pourrait être préjudiciable à l'entreprise projetée, et cela dans les conditions suivantes :

A. La Ville de Genève s'engage à exécuter selon les plans et projets qu'elle soumettra à qui de droit et sous réserve de subventions équitables accordées à l'entreprise par les Etats riverains et intéressés :

a) Un barrage transversal sur le bras droit du Rhône, à la hauteur de la Machine hydraulique;

b) Un barrage avec emplacement de turbines placé sur le bras gauche en aval de l'Ile ;

c) Les draguages nécessaires pour donner au lit du Rhône depuis le lac jusqu'au confluent de l'Arve, au fur et à mesure des besoins, la section qui aura été fixée ;

d) Des moteurs capables d'utiliser la force de la chute, ainsi que les moyens de transmission de cette force, au fur et à mesure qu'elle pourra être utilisée pour l'industrie ou les services publics ;

e) Les travaux ultérieurs nécessaires pour utiliser la chute du fleuve en dessous de la Jonction.

B. La Ville de Genève s'engage à soumettre à l'approbation du Conseil d'Etat tous les règlements et tarifs concernant cette entreprise.

C. Elle s'engage à indemniser dans une juste mesure les propriétaires d'immeubles qui pourraient être atteints par l'exécution de l'entreprise, sous réserve de l'expropriation forcée en cas de désaccord.

Elle s'engage également à restituer au prix de revient aux usiniers, au fur et à mesure des besoins, la force hydraulique moyenne dont ils disposent actuellemeut.

D. Elle s'engage en outre à faire participer les communes avoisinantes, dans une juste mesure, aux charges et aux bénéfices de l'Entreprise.

E. La Ville pourra se dégager de ses engagements, si, dans le délai de trois ans, il n'intervient pas de convention entre l'Etat de Genève et les Etats riverains lui assurant une subvention équitable.

ARTICLE 2. — Le Conseil administratif est chargé de l'étude définitive du projet d'utilisation des forces hydrauliques du Rhône.

Ce projet fut renvoyé à une commission qui rapporta favorablement par l'organe de M. A. Annevelle, le 5 septembre, et le projet d'arrêté fut voté le jour même. Dans la même séance, au nom du Conseil administratif, M. Turrettini informa la Commission qu'une entente était intervenue entre l'autorité municipale et la société en formation qui avait demandé la concession des Forces motrices du Rhône.

Les initiateurs de ce projet étaient prêts à retirer leur demande de concession, moyennant une indemnité de 35,000 fr. pour leurs frais d'études. Le crédit fut voté par le Conseil municipal le 24 octobre 1882.

La Loi du 30 septembre 1882

A la suite de la demande de concession de la Ville de Genève, le Conseil d'Etat, dans la séance du Grand Conseil du 30 septembre 1882 présenta, par l'organe de M. le conseiller d'Etat Gavard, un rapport à l'appui du projet de loi accordant la concession à la Ville..

Le rapport rappelait que dans sa séance du 1er avril dernier, le Grand Conseil avait décidé d'ajourner la discussion en troisième débat du projet de loi accordant à la Société pour l'utilisation des eaux du Rhône la concession des forces motrices de ce fleuve et de fixer à la Ville de Genève le 1er septembre comme dernier délai pour présenter une demande de concession dans le cas où elle voudrait assumer la responsabilité de l'entreprise. Une commission consultative avait été immédiatement désignée par le Conseil administratif dans le but de procéder à l'étude de la question et M. Legler, ingénieur du canal de la Linth, avait été chargé de préparer un projet sommaire d'utilisation.

Il était résulté de ces travaux préliminaires la double conviction que la Ville de Genève était bien placée pour tirer un parti avantageux des ressources existantes et qu'elle pouvait créer une force brute de 12,000 chevaux sur trois emplacements et en cinq périodes successives.

Le rapport rappelait qu'aussitôt après, le Conseil municipal, sur les propositions d'une commission choisie dans son sein, avait pris, dans sa séance du 5 septembre, un arrêté par lequel il confiait au Conseil administratif le mandat de solliciter des autorités cantonales la concession de l'entreprise dans des conditions déterminées.

Le Conseil d'Etat, nanti de cette demande dès le 6 septembre, remit à une commission de trois de ses membres le soin d'examiner le susdit arrêté et la meilleure procédure à suivre pour donner prompte satisfaction aux vœux de la Ville de Genève.

Cette commission entendit les explications de deux délégués du Conseil administratif et fut bientôt d'accord avec eux sur la manière d'introduire la requête auprès du Grand Conseil. Le moyen le plus simple consistait à substituer la Ville de Genève à la Société qui avait obtenu la concession en deuxième débat, et d'acheminer à la conclusion d'une convention entre le Conseil administratif et la Société.

Une entrevue spéciale avec les représentants de la Société avait permis de poser les bases d'un traité aux termes duquel celle-ci renoncerait à sa demande de concession en faveur de la Ville, moyennant la somme de 35,000 fr., constituant l'équivalent de ses frais, somme qui lui serait payée, dès que la Ville aurait obtenu la concession c'est-à-dire dès la promulgation de la loi.

Le Conseil d'Etat avait reçu, le 22 septembre, de MM. Henneberg, Karcher et Piachaud, l'annonce officielle de cet arrangement. Leur lettre ajoutait que, dans le cas peu probable où la concession ne serait pas accordée à la Ville de Genève, ils se réservaient le droit de priorité pour formuler une nouvelle demande.

Le même jour, le Conseil d'Etat avait soumis à l'adhésion du Conseil administratif la procédure suivante :

« Dès qu'il aurait reçu communication du consentement de la Ville, le Conseil d'Etat le soumettrait, en même temps que l'arrêté municipal, à M. le président du Grand Conseil, avec prière d'en nantir la commission du Grand Conseil. Celle-ci pourrait proposer en troisième débat et sous forme d'amendement la substitution de la Ville de Genève à la Société Lau, Henneberg et Cie. Toutefois il convenait que la demande de la Ville, afin de rester fidèle aux dispositions de l'article premier de la loi du 5 octobre 1872, sur les concessions à bien plaire, fût scindée en deux parties, l'une qui ferait l'objet du troisième débat et pour laquelle les formalités légales ont été remplies par la Société; l'autre, plus particulièrement relative à la section du Rhône qui s'étend de 1000 à 5000 mètres en aval de la Jonction. Le Conseil administratif devrait donc adresser à l'Etat, ainsi qu'il avait été convenu entre les délégués des deux corps, une requête spéciale pour ce supplément de concession, la Ville prenant d'ailleurs l'engagement d'exécuter les travaux ultérieurs nécessaires pour utiliser la chute du fleuve en-dessous de la Jonction. Une fois les délais de publicité et d'affichage expirés, le Conseil d'Etat soumettrait cette requête, avec son préavis, à l'approbation du Grand Conseil, dans la session la plus rapprochée ».

Le Conseil administratif ayant immédiatement répondu qu'il était complètement d'accord sur ce mode de faire avec le Conseil d'Etat, celui-ci s'était empressé de communiquer les pièces nécessaires à la commission du Grand Conseil.

Après en avoir pris connaissance, celle-ci s'était déclarée unanime à sanctionner la marche à suivre dans cette affaire et à recommander l'adoption en troisième débat du projet amendé qui avait été distribué par les soins de la Chancellerie et dont la teneur était absolument conforme aux désirs de la Ville de Genève, comme aux intérêts de l'Etat.

La Commission avait formulé un vœu : c'était que si, par impossible et à la suite de circonstances que l'on ne pouvait indiquer, mais qu'il convenait de prévoir, la Ville de Genève venait à

renoncer à son entreprise, l'Etat devrait, avant toute société privée, recueillir les charges et les bénéfices d'une œuvre aussi utile et féconde pour l'ensemble du pays.

Les considérants étaient empruntés à l'arrêté municipal dont ils reproduisaient fidèlement les termes. Le projet de loi accordant à la Ville de Genève la concession des forces motrices du Rhône (voir Annexe N° I) fut adopté à l'unanimité dans la même séance (30 septembre 1882).

La suite des études

A la suite du vote de la loi, des études plus complètes furent entreprises (voir Fascicules II et III).

M. l'ingénieur Legler avait, entre temps, complété ses études et présenté en date du 12 septembre 1882 un rapport supplémentaire, tenant compte des critiques faites à son premier projet (Fascicule II, page 63).

Il avait envisagé essentiellement trois modifications à apporter à son projet d'août:

1° Augmentation de 1^m assignée à la profondeur du bras droit du Rhône.

2° Relèvement de 1^m du fond du canal de fuite du bâtiment des turbines à la Jonction.

3° Prolongement du canal industriel (bras gauche) et transfert du bâtiment des turbines jusqu'au devant de la place des Volontaires, à la Coulouvrenière.

M. Legler, dans son rapport, démontrait par ses calculs :

1° Qu'avec l'augmentation de profondeur assignée au bras droit, l'on pourrait, en utilisant vers l'extrémité amont de l'Ile toutes les ouvertures possibles à l'intérieur et à côté de l'ancienne Machine, porter à 500^{m^3} par seconde, le débit du canal de régularisation, ce qui permettrait de réduire à 200^{m^3} le débit du canal industriel pour atteindre les 700^{m^3} nécessaires.

2° Qu'avec une largeur de plafond de 60^m en moyenne et en réduisant à 5^m la profondeur d'eau en hautes eaux, on obtiendrait un débit de 700^m dans le canal de fuite, avec une pente uniforme de 1,08 ‰.

3° Que le canal industriel disposé avec une cote de fond, initiale de PN. — 4^m50, pourrait être prolongé de 200^m environ, jusqu'à la place des Volontaires. Le canal aurait jusqu'à la pointe aval de l'Ile une pente de 1,3 ‰; là l'on placerait quelques vannes de décharge pour pouvoir déverser dans le bras droit le superflu d'eau, principalement aux époques où le barrage du bras droit serait fermé. Des vannes de décharge aux turbines, la pente serait réduite à 1 ‰, ce qui permettrait un débit de 200^{m^3} avec 1^m de vitesse.

M. Legler terminait ce rapport supplémentaire, en indiquant les cotes principales du projet :

Le plus haut niveau de l'eau dans le canal d'amenée serait à PN. — 1^m37, le plus bas dans le canal de fuite après l'achèvement complet des draguages PN. — 5^m69, par une cote de fond du canal de fuite de PN. — 8^m67.

Ce rapport fut soumis à l'étude de M. l'ingénieur A. Achard, qui y fit les observations qui peuvent se résumer comme suit (Fascicule II, p. 71) :

M. Achard se déclarait d'accord avec M. Legler pour l'approfondissement du canal du bras droit à la cote PN. — 5^m50.

Quant à la cote de fond et à la pente du bras gauche, M. Achard réclamait une cote initiale de PN. — 4^m00; il insistait en outre pour un draguage plus considérable entre le pont du Mont-Blanc et le pont de la Machine, de façon à devancer autant que possible la pente superficielle.

M. Achard donnait ensuite tous les calculs, prouvant la valeur des modifications qu'il réclamait.

M. Legler accepta les modifications de cotes de fond, proposées par M. Achard, et la pente du bras gauche fut fixée d'un commun accord à 1 ‰.

Après l'entrevue qui eut lieu à Genève, le 25 octobre, entre la Commission technique et M. l'ingénieur Legler, pour la discussion du projet général d'utilisation des forces motrices du Rhône, il avait été reconnu, d'un commun accord, qu'il pouvait être apporté certaines modifications à l'économie du projet, permettant une première mise de fonds moins considérable, et laissant complètement dans l'état la question de la régularisation du niveau du lac.

En conséquence, M. Legler fut prié de reprendre l'étude du projet d'utilisation des forces motrices du Rhône sur les bases suivantes :

1° La force brute à créer, dans la première période, serait réduite à 800 chevaux, avec emplacement de turbines pour 1200.

2° La digue longitudinale serait créée immédiatement, ainsi que les vannes de décharge.

3° Les draguages seraient opérés d'emblée dans le canal industriel, du pont de la Machine aux turbines, et en aval de celles-ci, jusqu'en dessous des moulins de Souterre.

La cote adoptée pour les draguages du bras gauche serait fixée à 4m90 sous PN. à la hauteur du pont de la Machine; les draguages en aval se feraient à la profondeur prévue pour la troisième période.

Il ne serait fait aucun draguage dans le bras droit, et le barrage de la rive droite resterait dans l'état actuel.

On demandait à M. Legler d'indiquer quel serait, dans ces nouvelles conditions, le prix approximatif de ces travaux, et si ce projet, tel qu'il était esquissé, laisserait intacte la possibilité d'utiliser plus tard toute la force du fleuve, suivant le projet général, en apportant simultanément une amélioration à l'écoulement du lac ?

M. Legler répondit à ce nouveau questionnaire par un rapport daté du 11 décembre 1882 (Fascicule II, p. 81).

Il avait admis les cotes de fond et les pentes adoptées en dernier lieu, il traçait sur cette base les lignes principales du projet modifié et donnait une évaluation provisoire du cube des draguages et du coût des travaux.

Sur ces nouvelles bases, le Conseil administratif, aidé de la sous-commission technique, reprit avec M. l'ingénieur Legler l'étude détaillée du projet qui avait été esquissé dans le premier rapport. Des modifications importantes furent apportées au projet primitif.

Celui-ci prévoyait l'exécution du projet en trois périodes distinctes, à savoir :

La période A correspondant à 1333 chevaux bruts et à 1,400,000 fr. de dépense.

La période B, correspondant à 1333 chevaux bruts de force supplémentaire et à une dépense supplémentaire de 900,000 fr.

La période C, correspondant à l'achèvement des travaux avec 4334 chevaux de force supplémentaire et à 2,200,000 fr. de dépenses supplémentaires, portant ainsi à 7000 chevaux et à 4,500,000 fr. la force et la dépense totale pour l'ensemble du projet.

Mais, en réalité, il fallait ajouter aux prix prévus pour la période A, certaines dépenses accessoires nécessitées par la création de ces forces, savoir :

a) Les frais de restitution de force aux usiniers de St-Jean, Souterre et à la Coulouvrenière, que l'on pouvait estimer à fr. 300,000;

b) Les frais de construction et d'établissement des nouvelles pompes hydrauliques pour remplacer les pompes existantes, placées en tête de l'Ile, ainsi que les pompes à vapeur qui ne devraient plus servir que comme réserve, dépense que l'on pouvait estimer à fr. 200,000 avec les bâtiments afférents;

c) Les frais de reconstruction du pont de la Machine dans son entier, dépense devisée à 100,000 francs.

Dans ces conditions, les frais de la période A auraient été portés de fr. 1,400,000 à fr. 2,000,000, chiffre relativement élevé, pour créer une force de 1300 chevaux et qui n'aurait pu s'expliquer que si, par la réalisation de l'abaissement de 0m60 du niveau des hautes eaux du lac, la Ville de Genève avait obtenu des riverains une subvention équivalente aux sacrifices qu'elle devait s'imposer, sans avantage pour elle.

Malheureusement, il était à prévoir que, quel que fût le désir réciproque de s'entendre pour une subvention équitable, les pourparlers intercantonaux ne fussent fort longs, et que l'entreprise des travaux de la première période ne dût être différée de plusieurs années, si la Ville voulait attendre une conclusion définitive avant de mettre la main à l'œuvre.

Dans ces conditions, il fallait réaliser une combinaison qui permît d'accomplir la première partie du projet d'ensemble, tout en réservant à un avenir qu'on espérait prochain, la satisfaction complète donnée aux riverains dans la question des hautes eaux du lac, aussitôt qu'une entente serait intervenue.

Il fallait, en outre, que la réalisation de cette première partie des travaux, tout en ne changeant pas sensiblement les conditions d'écoulement du lac, ne pût, en aucun cas, les rendre plus défavorables, et que même elle les améliorât.

La sous-commission technique attachait une importance toute spéciale à cette question. Les rapports de M. Legler, expert à la fois de l'Etat de Vaud et de la Ville de Genève, étaient concluants sur ce point-là. Son nom était une assurance suffisante donnée aux riverains qu'il ne serait étudié aucun projet pouvant aggraver l'état existant. M. l'ingénieur Achard traita, de son côté, cette même question dans un rapport spécial.

Le retard apporté à l'exécution de tous les travaux destinés spécialement à l'amélioration de l'écoulement du lac, permettait d'approprier le bras gauche seul à sa nouvelle destination et de laisser en l'état le bras droit, dit bras de régularisation. Il suffisait, pour cela, que le bras gauche fût disposé de façon à pouvoir en tout temps débiter un volume d'eau au moins égal à celui qui y coulait précédemment. On économisait ainsi provisoirement tous les travaux prévus sur le bras droit.

En outre, la non-exécution des travaux du bras droit avait pour première conséquence de laisser subsister dans l'état actuel toutes les usines placées sur la rive droite à St-Jean, et cela aussi longtemps que la Ville n'utiliserait, en basses eaux, pour ses turbines que la moitié du volume d'eau du fleuve.

En effet, des jaugeages récents avaient prouvé que le volume d'eau qui s'écoulait par chacun des bras du Rhône était sensiblement le même. Par conséquent, la Ville, aussi longtemps qu'elle n'utilisait que la quantité d'eau qui servait à alimenter les usines de la rive gauche, pouvait laisser sans modification aucune les conditions d'écoulement du bras droit.

Or, sur la base d'un minimum de 100 mètres cubes s'écoulant par seconde, la Ville pouvait encore dans la première période, obtenir 1,666 chevaux bruts, tout en laissant subsister un écoulement de 50 mètres cubes par le bras droit.

La seconde conséquence de la non-exécution immédiate des travaux du bras droit était de

permettre d'utiliser encore, dans les conditions existantes, les machines hydrauliques placées en tête de l'Ile.

Dans un autre ordre d'idées, la sous-commission technique, après avoir entendu M. l'ingénieur Julien Chappuis, fort expert en matière de draguage, était arrivé à la conviction qu'il y avait économie à modifier la répartition des draguages tels qu'ils étaient prévus dans l'avant-projet, de façon à obtenir, dès la première période, une chute peu différente de celle qui serait obtenue lors de l'achèvement des travaux. Il résultait d'une étude comparative des prix, que l'augmentation de dépense provenant de draguages plus considérables, serait plus que compensée, pour une force donnée, par la diminution du nombre des turbines et de leurs bâtiments, grâce à l'augmentation de chute réalisée.

Ces diverses considérations amenèrent la sous-commission technique au projet qu'elle présenta et qui consistait :

1° A draguer jusqu'au plafond définitif. dès la première période, tout le bras gauche et la partie du lit du fleuve s'étendant entre le débouché du canal de fuite et le profil 21, situé un peu au-dessous des moulins de Souterre ;

2° A reconstruire provisoirement le pont de la Machine sur le bras gauche ;

3° A établir la digue longitudinale telle qu'elle était prévue dans l'avant-projet, avec vannes de décharge ;

4° A créer d'emblée une force brute de 800 chevaux avec emplacement de turbines pour 1,200, ainsi que les amorces des chambres de turbines ultérieures, en tant que la disposition générale des bâtiments le nécessiterait ;

5° A restituer la force aux usines de la Coulouvrenière et de Souterre.

Il restait à estimer approximativement quel serait le prix de la première période exécutée dans ces conditions, comparée au prix de la période A du premier projet qui devait s'élever à fr. 2,000,000.

La sous-commission put établir ce devis comparatif, soit en admettant comme exacts les chiffres prévus par M. Legler pour ceux des travaux qui restaient les mêmes que dans le projet primitif, soit en utilisant certains documents qu'elle avait reçus récemment sur le prix des draguages et des turbines.

En ce qui concerne les draguages, un rapport de M. l'ingénieur Chappuis estimait à fr. 2.20 le mètre cube, le dragage total du fleuve. Ce prix eût été passablement plus élevé si l'on ne devait draguer que le cube de déblais correspondant à la première période du projet. Ce cube était évalué à 100,000 mètres cubes. Par contre, il se serait réduit sensiblement au même prix de fr. 2.20 si l'on pouvait faire simultanément le draguage du port qui s'imposait à l'Etat.

Sur le conseil de la sous-commission, le Conseil administratif s'adressa au Conseil d'Etat pour arriver à une entente sur l'exécution simultanée des draguages du Rhône et du port, en faisant ressortir l'économie considérable que l'Etat pouvait réaliser de son côté en ayant, pour ces travaux, le même adjudicataire que la Ville.

En ce qui concerne les turbines, la sous-commission put obtenir les prix auxquels la Ville de Zurich faisait construire à cette époque, chez MM. Escher, Wyss et C°, des turbines de 200 chevaux fonctionnant entre 2 et 3 mètres de chute, c'est-à-dire dans des conditions absolument identiques à celles qui seraient obtenues à la Coulouvrenière.

Enfin, la réfection du pont de la Machine, qui, provisoirement, n'était nécessaire que sur la moitié de sa longueur, fut évaluée à la moitié du devis du pont entier.

Il restait un article dont le devis ne pouvait être aprécié que très sommairement ; c'était

celui des amorces nécessaires pour les chambres des turbines qui devaient être exécutées ultérieurement. Le nombre devait en être essentiellement variable suivant le dispositif des installations des turbines, tel qu'il serait adopté après le concours entre divers constructeurs.

En effet, on pouvait déjà prévoir : ou un dispositif d'installation en fer à cheval, comme l'avait dessiné M. Legler dans son avant-projet ; ou un dispositif, proposé par M. Turrettini, dans lequel le canal industriel serait fermé par une première rangée de turbines, les autres, destinées à être exécutées dans la deuxième période, étant placées à cheval sur la digue longitudinale et déversant dans le bras droit ; ou encore un dispositif dans lequel toutes les turbines seraient placées le long de la rive parallèlement au canal industriel suivant le système adopté à Zurich.

Comme il fallait toutefois mettre un chiffre dans son devis, la sous-commission prévit une amorce pour chacune des douze chambres supplémentaires de deux turbines de 200 chevaux chacune, chaque amorce étant devisée à fr. 10,000.

Quant aux frais de restitution de force aux usines de la Coulouvrenière et aux moulins de Souterre, ils étaient relativement peu onéreux, et consistaient, pour les usines de la Coulouvrenière, en deux petites turbines marchant sous la pression des machines hydrauliques, d'une valeur de 10,000 francs, et, pour les moulins de Souterre, en un pilier de transmission avec câble évalué à fr. 40,000.

Le nouveau devis comparatif s'établissait donc comme suit :

Réfection de la moitié du pont de la Machine	Fr.	50,000
Draguage de 100,000 mètres cubes à fr. 2.20	»	220,000
Digue longitudinale avec vannes de décharge	»	180,000
Etablissement de 4 turbines de 200 chevaux, avec leurs bâtiments et fondations à Fr. 80,000.	»	320,000
Etablissement de deux emplacements de turbines	»	50,000
Amorces de 12 chambres à deux turbines	»	120,000
Etablisssement de nouvelles pompes élévatoires pour remplacer les pompes à vapeur	»	100,000
Restitution de force à la Coulouvrenière et à Souterre	»	50,000
	Fr.	1,090,000
Imprévu, surveillance des travaux 10 %.	»	110,000
Total	Fr.	1,200,000

L'économie réalisée en retardant les travaux du bras droit, s'élevait donc à fr. 800,000.

Programme de concours pour l'installation des machines

Un concours fut ouvert le 19 janvier 1883 entre divers constructeurs sur les bases du programme suivant :

Objet du concours.

ARTICLE PREMIER. — Le présent programme et cahier des charges a pour objet la construction et l'installation :

a) De turbines mues par la chute du Rhône à la Coulouvrenière ;

b) De transmissions par arbres de couche, dans le bâtiment des turbines ou par câbles, entre le bâtiment des turbines et les usines où la force sera utilisée ;

c) De vannages de décharge.

L'Administration se réserve de scinder l'adjudication en ce qui concerne les transmissions et les vannages, ou même de les donner à tels constructeurs qu'il lui plaira, sans concours.

Dispositions générales concernant la création de la chute.

ART. 2. — L'utilisation de la force motrice du Rhône se fera en employant le bras gauche du Rhône comme canal d'amenée. Ce canal sera prolongé à partir de la pointe de l'Ile jusqu'au bâtiment des turbines, au moyen d'une jetée en terre ou d'une digue en maçonnerie. Dans tous les cas, la partie de cette digue, entre l'extrémité de la Halle et le pont de la Coulouvrenière, sera construite en maçonnerie et pierre de taille.

On pourra installer en un point quelconque de cette digue une petite turbine pour la manœuvre de ces vannes de décharge.

Emplacement de l'usine.

ART. 3. — Le bâtiment des turbines devra se trouver à peu près à la hauteur de la place des Volontaires, par laquelle on y aura accès.

L'Administration désire l'étude d'un projet basé sur la possibilité de placer le bâtiment des turbines sur terre ferme, dans le prolongement du quai de la Poste : toutefois comme la place des Volontaires serait insuffisante, et que l'expropriation des bâtiments situés entre cette place et l'usine hydraulique à vapeur serait nécessaire, l'Administration demande aux constructeurs, pour le cas où les prétentions des propriétaires seraient exagérées, l'étude d'une autre disposition placée dans le canal industriel et qui ne nécessiterait pas de coûteuses acquisitions.

Sous ces réserves, toute liberté est laissée aux constructeurs quant à la disposition du bâtiment.

Ils auront cependant à tenir compte des points suivants :

1° Les turbines devront être installées de façon à pouvoir ultérieurement transmettre la force de la manière la plus simple :

a) Aux usines de la rive gauche existantes à ce jour ;

b) Aux usines de la rive droite existantes au Creux de Saint-Jean ;

c) A l'Usine de Souterre ;

d) Aux usines qui pourront s'établir plus tard dans le quartier industriel à créer sur la presqu'île de la Jonction.

2° Le projet du bâtiment des moteurs doit être étudié en vue du développement futur de la force motrice, de façon à ce qu'il soit toujours facile de rallonger les bâtiments et d'y installer de nouvelles turbines, sans préjudice pour l'exploitation de la partie en activité.

3° Le projet doit prévoir l'installation de vannes de décharge destinées à durer pendant toute la première période, et disposées de façon à pouvoir donner issue à l'excédent de débit du bras gauche, qui ne s'écoulerait pas par les turbines. Le débit total du bras gauche peut atteindre 350 mètres cubes.

4° Le projet de M. l'ingénieur Legler prévoit qu'il sera aménagé dans la partie de la digue longitudinale située entre l'extrémité de la Halle et le pont de la Coulouvrenière, la place pour un certain nombre de vannes de décharge (au moins dix, ayant 3 mètres de largeur); ces vannes auront leur seuil au niveau du fond du canal d'amenée.

Les vannes de décharge devront avoir une section de $30 \times 3,9 = 117^{m^2}$; il y aura donc lieu, pour les constructeurs, d'examiner s'il vaut mieux augmenter le nombre des vannes et limiter leur levée à 2^m à partir du radier.

5° L'Administration se réserve la faculté de renoncer à cette disposition ou de n'en décider la construction qu'à une époque ultérieure, et les concurrents auront en outre à produire le plan et le devis d'une disposition moins coûteuse qui puisse provisoirement en tenir lieu.

ART. 4. — Le système des turbines est laissé au choix des constructeurs, mais ceux-ci devront, dans un mémoire explicatif, en donner la description, en faire ressortir les avantages et les inconvénients, et indiquer les installations de ce système qu'ils ont déjà faites.

Les turbines devront être munies chacune d'un régulateur et d'un vannage, qui auront pour but de contrebalancer les variations de niveau qui auront lieu par suite des manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge.

Conditions de transmission

ART. 5. — Les projets de moteurs devront être établis en vue du meilleur rendement lors de l'achèvement complet des travaux, tels qu'ils ont été projetés et se trouvent expliqués dans les rapports de M. l'ingénieur Legler, et spécialement dans le document intitulé : *Plan général d'exécution des travaux, adopté par la Sous-Commission technique.* (Fascicule II, page 89).

La transmission de la force devra être étudiée pour les quatre cas suivants :

a) Transmission directe par un plateau-manivelle à des pompes élévatoires;

b) Transmission par un arbre de couche à petite vitesse commandant des pompes élévatoires ;

c) Transmission par un arbre de couche à grande vitesse commandant des machines électriques ;

d) Transmissions télédynamiques pour envoyer la force aux usines existantes et dans le quartier industriel.

Développement du projet.

ART. 6. — Il est prévu, pour commencer, une installation de 1200 chevaux bruts, et les moteurs nécessaires pour fournir les deux tiers de ce chiffre.

Les constructeurs auront la liberté la plus complète dans l'étude des projets qu'ils soumettront à l'Administration. Ils pourront donc proposer, tant pour les moteurs que pour les transmissions, l'adoption du type, du nombre et des dispositions qui leur paraîtront les plus convenables.

Il est bien entendu, d'ailleurs, qu'ils auront la faculté de présenter plusieurs combinaisons.

Force motrice brute.

ART. 7. — Le volume d'eau, les chutes et la force motrice brute dont on disposera pour actionner les moteurs hydrauliques sont consignés dans les tableaux ci-après :

PREMIÈRE PÉRIODE

(1re étape)

	Volume des eaux motrices par seconde en mètres cubes	Niveau d'amont cotés sous PN	Niveau d'aval cotés sous PN	Chute	Force motrice brute Kgm.	Chev.
Basses eaux...	50	$2^m,1$	$5^m,0$	$2^m,90$	145000	1933
Hautes eaux...	80	$1^m,4$	$3^m,2$	$1^m,80$	144000	1920

Pendant la seconde étape de la première période, on pourra disposer d'un volume minimum de 100 mètres cubes.

SECONDE PÉRIODE

	Volume des eaux motrices par seconde en mètres cubes	Niveau d'amont cotes sous PN	Niveau d'aval cotes sous PN	Chute	Force motrice brute kgm	Force motrice brute Chev.
Basses eaux...	120	2m,00	5m,70	3m,70	444000	5920
Hautes eaux...	267	1m,70	3m,38	1m,68	448000	5970

Le radier du canal d'amenée sera à la cote 5m,26 au-dessous du repère de la pierre du Niton, le radier du canal de fuite à la cote 8m,67 sous ce repère.

Le repère de la pierre du Niton, qui sert de point de départ au nivellement de la Suisse, est à la cote 376m,64 au-dessus de la mer. On le désigne en abrégé par les lettres PN.

Art. 8. — L'entreprise comprendra : **Consistance de l'entreprise.**

1° La fourniture, le transport et la pose ;

a) Des moteurs hydrauliques;

c) Des vannages ;

b) Des transmissions ;

d) La fourniture des clefs, burettes, tarauds, graisseurs et autres objets nécessaires à l'entretien quotidien des machines.

Art. 9. — Les ouvrages se diviseront en trois catégories : **Division des ouvrages en groupes au point de vue du prix.**

La première comprendra les moteurs.

La deuxième, toutes les transmissions de mouvement en dehors des bâtiments.

La troisième, les vannages du déversoir.

A chaque catégorie se rattachent les outils et autres objets prévus à l'article ci-dessus, lettre *d*, qui lui sont nécessaires.

Les coussinets des transmissions doivent être munis de graisseurs, tels que l'on ne soit pas obligé de renouveler le graissage plus d'une fois en vingt-quatre heures.

Les volants de transmission doivent être en deux parties, de manière à pouvoir être démontés sans changer l'arbre de place.

Art. 10. — Les concurrents devront présenter pour le bâtiment des turbines et pour les transmissions : **Plans et devis à étudier**

1° Des plans, coupes et élévations des appareils, soigneusement cotés et suffisamment développés pour permettre une appréciation exacte du système qu'ils proposent ;

2° Un devis indiquant le poids approximatif des diverses pièces, ainsi que le prix du forfait des deux premières catégories d'ouvrages et ceux du kilogramme des transmissions de la troisième catégorie ;

3° Un mémoire explicatif justifiant les dispositions et dimensions proposées ;

4° L'indication des constructions du même genre déjà exécutées.

Les dessins comprendront, indépendamment des dispositions des machines, celles des fondations et des bâtiments, bien que ces ouvrages ne fassent pas

partie de l'entreprise et que l'Administration se réserve la faculté de les faire à son gré après s'être concertée avec l'adjudicataire des moteurs.

Dépôt des projets et soumissions.

Art. 11. — Les concurrents déposeront au plus tard le 15 mai 1883, avant midi, au bureau du Conseil administratif :

1° Un pli cacheté renfermant une soumission conforme au modèle qui leur sera remis, et indiquant le rendement garanti sur l'arbre des turbines et qui ne devra pas être inférieur à soixante-dix pour cent ;

2° Un second pli cacheté renfermant les plans, coupes, élévations, devis et mémoire spécifiés à l'article ci-dessus :

Examen des projets par un jury.

Art. 12. — Une commission nommée par le Conseil administratif examinera ensuite les projets des constructeurs, et les transmettra avec ses propositions au Conseil administratif.

L'Administration, ayant à mettre en balance le rendement garanti par les constructeurs, les dépenses que comporteront leurs projets, tant pour les machines que pour les bâtiments les avantages offerts par ces projets, au point de vue de l'entretien, etc., ne sera liée dans son choix, ni par les conditions de prix, ni par aucune autre circonstance.

Un premier prix de 2,500 francs, un deuxième de 1,500 francs et un troisième de 1,000 francs seront décernés aux auteurs des projets jugés les meilleurs par le Conseil administratif.

Les plans et devis couronnés deviendront la propriété de la Ville de Genève qui fera exécuter le travail, mais en restant libre de modifier les dispositions des projets, ou de choisir dans chacun d'eux ce qu'elle jugera à propos d'y recueillir.

Les concurrents évincés ne pourront exercer aucun recours contre sa décision, ni réclamer aucune indemnité à quelque titre que ce soit.

Adjudication

Dans le cas où le Conseil administratif se déciderait à adjuger de suite à l'un des concurrents tout ou partie des travaux, celui-ci devra signer un cahier des charges dont les principales dispositions sont consignées ci-dessous.

Délai d'exécution.

Art. 13. — Quatre mois après l'adjudication, les vannes de décharge devront être prêtes à poser.

Le tiers des moteurs et des transmissions devront être posés et en état de fonctionner trois mois après le moment où les bâtiments auront été mis à la disposition de l'adjudicataire, pourvu que ce moment ait lieu au moins six mois après l'adjudication.

Les deux autres tiers des installations devront être livrés, fonctionnant dans des délais de quatre et six mois après la livraison du premier tiers, si l'entrepreneur a reçu avant cette époque l'ordre de commencer les travaux.

Pénalités en cas de retard.

Art. 14. — Dans aucun cas, les travaux ne seront interrompus, et, dans celui d'une contestation, la marche n'en sera pas ralentie.

En cas de retard, il subira pour chaque tiers qui n'aura pas été terminé en temps utile une retenue progressive fixée à 25 francs par jour pour chacun

des quinze premiers jours de retard ; 50 francs pour chacun des jours suivants. et ainsi de suite, en doublant le taux de la retenue pour toute nouvelle période de quinze jours, sans préjudice des mesures de régie ou autres qui pourraient être prises contre lui.

Il est entendu toutefois que s'il se produisait par le fait des constructeurs un retard de moins de trois mois dans la mise en marche des machines, la seule pénalité prévue ci-dessus sera appliquée. Passé ce délai, le constructeur sera passible de dommages-intérêts.

Exécution des ouvrages.

Art. 15. — Tous les ouvrages seront loyalement exécutés dans toutes leurs parties et composés des matériaux de la meilleure qualité.

Le poids des pièces constituant les ouvrages de la première catégorie ne devra pas être inférieur de plus d'un vingtième au poids prévu dans le projet, faute de quoi elles pourront être refusées ; dans le cas où elles seraient acceptées, l'entrepreneur subirait une retenue calculée, pour chacune des pièces d'un poids trop faible, en multipliant le montant du forfait par le rapport entre la différence de leur poids prévu et de leur poids réel d'une part, et le poids total porté au devis descriptif d'autre part.

Le poids des pièces de la deuxième et troisième catégorie ne pourra différer de plus d'un dixième pour chacune d'elles, ni de plus d'un vingtième sur l'ensemble du poids prévu, faute de quoi l'Administration sera libre de les refuser. Elles ne seront, en tout cas, payées que pour leur poids prévu si elles les dépassent, et pour leur poids réel si elles sont inférieures au poids prévu.

Réception provisoire.

Art. 16. — Lorsque l'entrepreneur aura terminé les travaux d'un groupe, soit d'un tiers, l'ingénieur de la Ville procèdera à leur réception provisoire, qui ne sera prononcée que si les ouvrages sont bien et loyalement exécutés, et s'ils satisfont aux conditions de rendement souscrites par le constructeur, ou si la différence entre le rendement réel et le rendement garanti ne dépasse pas les limites fixées à l'article 19.

Constation du rendement.

Art. 17. — Le rendement sera constaté ainsi qu'il suit par trois experts, dont un nommé par chacune des parties, et ceux-ci nommant le troisième ; en cas de désaccord, ce dernier sera nommé par le président du Tribunal civil.

Les essais seront faits en présence des délégués des parties, ou celles-ci dûment appelées.

La hauteur de chute devra être comprise à l'époque de ces expériences entre 2 mètres et 3 mètres ; il devra être fait au moins deux essais et au plus trois, comme il est dit ci-dessus, à différentes chutes. Le résultat définitif adopté sera la moyenne entre les expériences.

Le détail des expériences sera réglé souverainement par les experts. On fera fonctionner les machines dans leurs conditions normales, et l'on constatera :

1° Au moyen du frein, le travail disponible sur l'arbre des moteurs ;

2° La dépense de l'eau motrice en jaugeant le volume débité par le moteur au moyen du moulinet Woltmann ;

3° La chute motrice, par un nivellement de l'eau dans le canal d'amenée à 75 mètres en amont de l'axe de la turbine, et dans le canal de fuite à 20^{m} au delà de l'extrémité aval de l'aqueduc de fuite.

La décision des experts sera prise à la majorité des voix.

Délai de garantie.

ART. 18. — Le délai de garantie sera de deux ans à partir de la réception provisoire.

Pendant ce temps l'entrepreneur sera entièrement responsable du bon fonctionnement des machines, et devra remplacer à ses frais toute pièce défectueuse, soit par vice de construction ou de pose, soit par mauvaise qualité de matière, soit par insuffisance dans les dimensions.

Pénalité en cas d'insuffisance de rendement.

ART. 19. — Si, dans les limites de dépense d'eau motrice et de chute stipulées au présent cahier des charges, le rendement était inférieur au chiffre garanti par l'adjudicataire, sans être moindre que 62 %, l'entrepreneur subirait, pour chaque force de 200 chevaux pour laquelle cette insuffisance serait constatée, une retenue progressive fixée à 1000 francs pour chacun des cinq premiers centièmes en moins ; 2000 francs pour chacun des cinq centièmes suivants. Réciproquement, dans le cas où le résultat promis serait dépassé, les constructeurs recevront une prime progressive égale à la retenue indiquée ci-dessus.

Dans le cas où le rendement serait inférieur à 62 %, l'Administration pourrait refuser les machines.

Dans ce cas, l'entrepreneur devrait les enlever à ses frais dans le délai qui lui serait fixé, après avoir restitué à la Ville tous les acomptes qu'il aurait reçus.

L'Administration aurait du reste la faculté de conserver les machines en location pendant un délai d'une année à partir de la fin des essais, en payant au constructeur une redevance calculée au prorata de la durée de la location et à raison de dix pour cent du montant de la soumission pendant un an ; l'entrepreneur ne devra du reste enlever les machines que successivement, de façon à permettre leur remplacement sans que l'usine subisse de chômage.

Atlas des dessins d'exécution.

ART. 20. — Dans un délai de deux mois, après l'approbation de la soumission, l'entrepreneur devra fournir l'atlas complet des dessins d'ensemble et de détail de toutes les parties des turbines, transmissions et vannages, sous peine, par chaque jour de retard, d'une retenue de 10 francs qui sera opérée sur le premier paiement.

Après l'achèvement des travaux cet atlas, sera rectifié s'il y a lieu.

Modifications au projet.

ART. 21. — L'entrepreneur ne pourra apporter, en cours d'exécution, aucune modification aux dispositions du projet accepté, à la forme et au poids des principales pièces, à la nature des matériaux employés, etc., sans en informer l'Administration et sans en avoir obtenu l'autorisation écrite.

Cette autorisation laissera d'ailleurs intacte sa responsabilité au point de vue du bon fonctionnement et du rendement des machines.

Mode de paiement

ART. 22. — Le payement s'effectuera comme suit :

Des acomptes pourront être délivrés à l'entrepreneur pour chaque groupe, jusqu'à concurrence des chiffres ci-après :

Trois dixièmes lorsqu'il justifiera de l'achèvement dans ses ateliers des principales pièces des appareils;

Trois dixièmes après l'arrivée complète des pièces de chaque groupe;

Deux dixièmes après la réception provisoire.

Les deux derniers dixièmes seront payés à l'expiration de la première et de la seconde année de garantie.

ART. 23. — Il ne sera alloué à l'adjudicataire aucune indemnité à raison de pertes, avaries ou dommages occasionnés par accident, négligence, imprévoyance, inexécution d'ordres de service, défauts de moyens, fausses manœuvres, mesures inexactes. Il restera toutefois dans le droit commun à l'égard des autres entrepreneurs. Responsabilités.

ART. 24. — L'adjudicataire désignera, pour le représenter à Genève, un fondé de pouvoirs, chez lequel il élira domicile ; ce domicile est attributif de juridiction. Élection de domicile

ART. 25. — Le traité d'adjudication ne sera soumis à aucun frais de timbre, enregistrement ou autres à la charge de l'adjudicataire. Frais d'acte

Les résultats du concours et les conclusions du jury

Cinq maisons furent appelées à concourir :

C'étaient MM. Feray, d'Essonne.

» » J. Turnbull, de Glascow.

» » J.-J. Rieter et Cᵒ, de Winterthur.

» » Th. Bell et Cᵒ, de Kriens près Lucerne.

» » Escher, Wyss et Cᵒ, de Zurich.

Toutes concoururent, sauf la maison Feray, d'Essonne. La maison Escher-Wyss présenta deux projets.

Les projets furent renvoyés par le Conseil administratif à l'examen d'un jury composé de MM. G. Bridel, directeur du Jura-Berne-Lucerne.

E. Meunier, ingénieur civil, de Paris.

G. Weith, professeur au Polytechnicum.

Le jury, dans son rapport du 26 mai 1883, après avoir comparé les divers projets entre eux concluait comme suit :

« En résumé, les projets de MM. Escher, Wyss et Cᵒ, quoique ne réalisant pas complètement « les meilleures conditions, quand on les prend séparément, peuvent fournir, à eux deux, une « solution satisfaisante du problème posé par la Ville, et nous estimons qu'ils doivent être placés, « en première ligne dans le résultat du concours.

« Nous proposons donc de distribuer ainsi les trois prix dont il est question à l'art 12 du « programme :

« 1er Prix, MM. Escher, Wyss et Cᵒ.

« 2me » » Th. Bell et Cᵒ.

« 3me » » J.-J. Rieter et Cᵒ. »

Le jury faisait suivre son rapport de la note suivante où, sur le désir qui lui en avait été exprimé par M. Turrettini, il indiquait la solution qui lui paraissait résulter de l'étude à laquelle il s'était livré :

« De l'examen des projets, il résulte surtout que le problème essentiel à résoudre consiste à établir, de la manière la plus rationnelle possible, les machines à élever l'eau. En effet, la distribution de force motrice par câble télo-dynamique se bornera très probablement à une faible force, à laquelle une seule turbine suffira, d'ici longtemps du moins.

« Quant à l'éclairage électrique, il n'est guère probable qu'on ait à l'utiliser aux environs de l'usine nouvelle. C'est plutôt au centre de la ville que le besoin s'en fera sentir, et là, le moyen le plus rationnel d'alimentation des appareils d'éclairage serait d'avoir, à *proximité* de ceux-ci, des machines électriques qu'on devra nécessairement actionner par des turbines fonctionnant sous la pression de la distribution d'eau.

« Par conséquent, le service de l'éclairage électrique est tout d'abord un service de distribution d'eau.

« Ainsi, il nous parait bien établi que l'usine des forces du Rhône doit être une usine à élever les eaux.

« Dans ces conditions, voici quelles seraient, selon nous, les lignes principales du projet à mettre en adjudication :

« 1° Envisager de préférence le service des eaux à haute pression (100m), qui est beaucoup plus économique que celui actuel (50m), du moment où il s'agit de distribuer l'eau comme force motrice.

Turbines. « 2° Adopter des turbines de 210 chevaux de préférence à 140 chevaux, puisque le moins grand nombre de ces appareils doit donner une économie de prix d'établissement, et aussi d'entretien, et que, d'autre part, la force de 210 chevaux appliquée à des pompes n'a rien d'exagéré, ces dernières n'ayant d'ailleurs que des dimensions très ordinaires, surtout si l'on envisage le service à 100m de pression.

« Les turbines de 210 chevaux auront chacune leur chambre d'eau, ce qui est un avantage au point de vue de la facilité de visite et de réparation. Nous ne pensons pas que 20 chambres pour turbines de 210 chevaux coûtent plus cher que 15 chambres pour 30 turbines de 140 chevaux, attendu que leur longueur sera moindre, et que la section de débouché sous les turbines doit, au total, être la même *dans les deux cas*.

« Chacune des turbines de 210 chevaux devant débiter, sous 1m,680 de chute, un volume de 13,350 litres, qui est un maximum, il conviendrait de donner aux chambres d'eau une largeur de 5m,50 à 6m, et une profondeur d'eau de 2m,50 sous le plan inférieur de la couronne mobile. La vitesse d'évacuation de l'eau serait ainsi de 0m,97 à 0m,89, et la perte de chute correspondante 0m,050 à 0m,045.

« Nous pensons que la largeur de 5m,50 pourrait être admise à la rigueur, en sorte que l'écartement d'axe en axe de deux turbines consécutives serait 7m au moins, si l'on suppose les piles séparatives de 1m,500 d'épaisseur.

« Cet écartement de 7m est d'ailleurs celui prévu par MM. Escher, Wyss et Co, dans leur projet *B*, en sorte que la longueur totale du bâtiment serait, pour 20 turbines, de 140m en nombre rond.

« Quant à la largeur, les turbines en demandent peu, et ce sont les pompes qui fixeront celle qui convient de donner.

Vannage des turbines

« Si, comme nous le pensons, on pouvait adopter une turbine à *deux couronnes*, au lieu de trois, ce serait plus simple au point de vue du vannage. Il y aurait lieu de déterminer la largeur à donner à chacune de ces couronnes, de manière à ce que la couronne extérieure puisse suffire à elle seule en eaux ordinaires, sauf à n'être ouverte qu'en partie pendant les basses eaux.

« Ceci indique que cette couronne extérieure devrait être munie d'un vannage partiel, ce que nous avons d'ailleurs trouvé dans l'un des projets de MM. Bell. La couronne intérieure serait fermée par une cloche circulaire, comme celle des turbines de Zurich.

« Les mouvements de ces vannages seraient mûs à la main et placés dans un *sous-sol*, qui existerait entre les plus hautes eaux d'amont et le rez-de-chaussée des pompes, comme dans les projets de MM. Rieter et MM. Bell.

« Ce sous-sol nous sera d'ailleurs utile pour livrer passage à certains tuyaux des pompes.

« Les vannes de garde, au nombre de deux par turbine, auraient, au plus, 3^m de largeur chacune; elles seraient commandées par une petite turbine à haute chute (mais sans régulateur), laquelle suffirait pour la manœuvre des vannes de 5 ou 6 grandes turbines au plus. Il serait bon de se réserver la possibilité de faire jouer les dites vannes à la main; on pourrait, pour diminuer leur hauteur, les faire fermer sur un sol exhaussé, comme dans le projet de MM. Escher, Wyss et Co, à condition que la section libre au-dessus de ce seuil soit telle, que la vitesse de l'eau n'y soit pas supérieure à $0^m,670$ en aucun cas.

« Il serait bon, en outre, d'arrondir et d'incliner ce seuil à l'amont et à l'aval.

« Les pompes à double effet et à piston plongeur, genre Girard, seraient groupées *deux par deux* sur les arbres verticaux des turbines et placées, bien entendu, à angle droit, l'une par rapport à l'autre, *comme sur les turbines Roy et Callon,* de façon à obtenir la plus grande régularité possible. Nous pensons que les turbines, ou plutôt leurs couronnes mobiles, auront encore une puissance vive suffisante, même sous une vitesse inférieure à celle normale, pour assurer aux pompes un degré de régularité convenable.

« Toutefois, il serait bon de le vérifier par la formule suivante : $K = \frac{P.\ u^2}{g.\ T.}$ dans laquelle K est le coefficient de régularité, qui ne doit pas être inférieur à 18 ou 20.

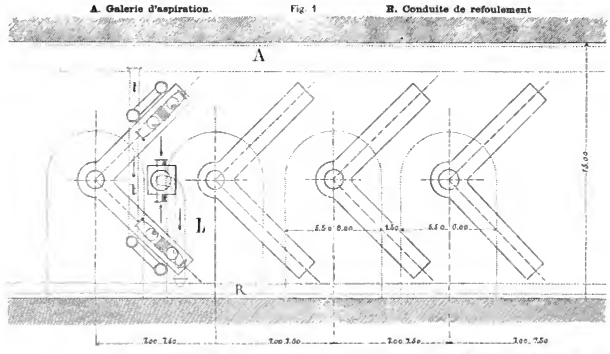
« P est le poids de la couronne mobile à la jante.

« u est la vitesse circonférencielle de cette couronne mesurée à l'extrémité de son rayon de gyration, lequel est à déterminer par approximation, et doit être un peu plus grand que le rayon moyen de la dite couronne.

« T est l'excès du travail de la puissance sur la résistance, et réciproquement, et dont la valeur serait ici 0,0107 du travail en eau montée, correspondant à un tour des deux pompes. Il est superflu de dire qu'il n'y aurait pas d'engrenages interposés entre la turbine et ses deux pompes.

« Ce qui précède étant admis, la disposition des pompes dans le bâtiment devrait être celle du croquis ci-dessous (fig. 1), c'est-à-dire pompes en chevrons.

« Les sous-sol dont nous avons parlé plus haut recevraient les tuyaux d'aspi-



A. Galerie d'aspiration. Fig. 1 **B. Conduite de refoulement**

ration aboutissant aux pompes qui se trouvent du côté de l'entrée, ainsi que le tuyau de refoulement T, venant du réservoir d'air.

« La conduite générale de refoulement traverserait les sous-sol, du côté de la rivière ; on pratiquerait à cet effet les baies nécessaires dans les piles séparatives des turbines.

« Il nous paraît possible de donner au sous-sol la hauteur convenable pour y loger les mouvements de vannages et les tuyaux que nous venons de voir, attendu que l'axe des pompes pourrait, sans inconvénient au point de vue de l'aspiration, être placé à 5 mètres au-dessus des plus basses eaux d'amont.

« La vitesse des turbines de 210 chevaux étant fixée à 26 tours dans le projet B de MM. Escher, Wyss et Cie, les pompes feraient également 26 tours par minute. C'est une allure convenable ; nous la préférons à une allure plus rapide, toutes les fois qu'il n'y a pas action directe à proprement parler (comme aux pompes à vapeur de Genève), c'est-à-dire toutes les fois qu'il y a interposition de bielle et de manivelle entre la puissance et la résistance.

« Si nous admettons pour ces pompes un rendement minimum en eau montée de 75 % de la force fournie par la turbine, et si nous comptons sur la pression de 100ᵐ prévue pour l'avenir, nous trouvons que le volume monté par seconde, et par groupe d'une turbine et de deux pompes sera :

$$\frac{210 \text{ chevaux} \times 75 \text{ kilog.} \times 0{,}75}{100^{m}} = 118 \text{ litres};$$

qu'avec une course de 1ᵐ, la vitesse moyenne du plongeur serait :

$$\frac{52^{m}}{60} = 0{,}866 \text{ et sa section } \frac{0^{m^3}{,}059}{0{,}866} \times \frac{1}{0{,}95} = 0{,}0715$$

ce qui correspond à un diamètre de $0^m,302$. Disons $0^m,305$ et peut-être même $0^m,310$ pour tenir compte de la tige.

« Ainsi que nous le disons plus haut, les dimensions de ces pompes n'ont rien d'exagéré ; on pourrait voir s'il n'y aurait pas une certaine économie à réaliser, dans le prix de ces pompes et dans la place qu'elles occupent, en diminuant un peu leur course et en augmentant leur diamètre en conséquence.

« Quoi qu'il en soit, nous pensons que du moment où le service à haute pression (100 mètres) *est adopté* et doit se réaliser dans un *avenir prochain*, il serait préférable d'établir de suite les pompes pour cette pression et le volume correspondant, sauf à les faire tourner plus vite, tant que durera le service à basse pression.

Services accessoires

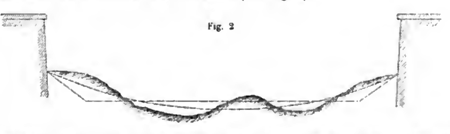
« En ce qui concerne les services accessoires, c'est-à-dire des machines électriques et transmissions télo-dynamique, il nous semble qu'ils pourraient être assurés par *deux turbines* de 105 à 110 chevaux chacune, placées dans une même chambre, laquelle aurait exactement la même largeur que pour une turbine de 210 chevaux. Il n'y aurait rien de changé à l'aspect extérieur du bâtiment, si toutefois il est assez large pour recevoir ces deux turbines et leurs transmissions, ce que nous croyons. En effet, le croquis N° 2 de la page 185, échelle $^1/_{200}$, indiquerait qu'une largeur de 15^m environ est nécessaire pour recevoir les pompes disposées en chevrons.

Draguages des canaux d'amenée et de décharge.

« En dehors de l'étude des machines et des dispositions présentées au concours, nous croyons devoir ajouter quelques mots qui nous sont suggérés par l'examen général du projet.

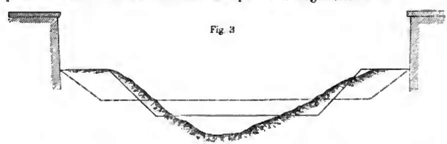
« 1° Sur la plus grande partie du parcours du canal de gauche, faisant office de bief d'amont, ainsi que sur la partie correspondante du canal de droite, les draguages ont pour but de régulariser le plafond du canal plutôt que d'en augmenter la section : en général, les remblais prévus dépassent les déblais dans la plupart des profils.

« Or, nous croyons dangereux de pousser les draguages aussi près des fondations des murs de quai que le fait le projet, et nous pensons qu'il serait bien préférable de pouvoir donner au lit un profil transversal curviligne de section équivalente au profil prévu ; on y gagnerait soit comme débit, soit comme sécurité des fondations riveraines (voir fig. 2).


Fig. 2

« Mais l'exécution d'un pareil profil au moyen de draguages n'est guère réalisable : les dragues flottantes travaillent en *papillonnant*, c'est-à-dire en déblayant un profil en travers entier, avant que de se déplacer dans le sens longitudinal.

« Afin de concilier la sécurité des fondations avec les exigences d'un draguage industriel, nous sommes d'avis qu'il y a lieu, avant tout, de créer un lit mineur, de 25m environ de large (voir fig. 3), assez profond pour procurer largement la section voulue et tracé suivant un axe bien régulier, et de ne pousser les draguages vers les pieds des murs que sur les points où des saillies anormales du profil nuisent d'une manière bien marquée à la régularité du lit.


Fig. 3

« Nous ne pensons d'ailleurs pas que les remblais de glaise délayée par le draguage puissent réussir dans les affouillements existants; pour résister, il faudrait des graviers assez volumineux.

Digue séparative.

« 2° Une évaluation sommaire du coût de la digue à établir entre les deux bras en aval des vannages de *décharge* nous a donné le sous-détail suivant par mètre courant.

« Deux cours de palplanches écartés de 2m pour encaisser le noyau en béton de la digue. 18m² à Fr. 13, compris le battage . . . . Fr. 234 —

Draguage dans l'intérieur, 3m³ à Fr. 3	» 9 —
12m³ de béton, à Fr. 20	» 240 —
Remblai en gravier, 38m³ à Fr. 2	» 76 —
18m² de perré, à Fr. 10	» 180 —
A valoir	» 41 —
Total . . .	Fr. 780 —

« Disons Fr. 800, soit pour *350 mètres = Fr. 280,000.*

« Les fondations du bâtiment Escher, Wyss et Cº (projet *A*) qui remplacerait, sur 100m, cette digue, coûteraient Fr. 270,000, tandis que la digue reviendrait à Fr. *80,000*, d'après l'estimation ci-dessus; différence = Fr. 190,000.

« Si l'on disposait de bons remblais pour l'exécution de cette digue, elle coûterait par mètre :

52m³,50 remblai, à Fr. 3	Fr. 157 50
18m² perré, à Fr. 10	» 180 —
A valoir	» 32 50
Total . . .	Fr. 370 —

Soit pour 350m *Fr. 129,500.*

« Le devis porte Fr. 180,000 pour la digue en question.

« GENÈVE, le 26 mai 1883.

« G. BRIDEL.
« E. MEUNIER.
« G. VEITH »

Ce fut sur la base de cet intéressant rapport du jury, que le Conseil administratif, ratifiant ses conclusions, demanda à la maison Escher, Wyss et C°, un nouveau projet de pompes et turbines avec pompes en chevrons accouplées directement sur l'arbre des turbines. Cette nouvelle étude fut fournie le 6 août 1883 par la maison Escher, Wyss et C° et fut le dispositif adopté pour l'installation définitive.

Restitution de force aux usines existantes utilisant le cours du Rhône

En outre, comme l'article 5 de la loi du 30 septembre 1882, qui accordait à la Ville de Genève la concession de la force motrice du Rhône, stipulait que la Ville devrait restituer aux riverains du Rhône, au fur et à mesure des besoins et sans aggravation de charges pour eux, la force hydraulique moyenne dont ils disposaient, le Conseil administratif s'entendit avec les intéressés pour faire procéder aux évaluations de nature technique destinées à déterminer la force à la restitution de laquelle ils avaient droit.

Il fut convenu que les estimations seraient faites par trois experts, dont deux désignés par les parties et le troisième par les précédents.

Chaque moteur devait être l'objet de quatre estimations espacées de trois mois en trois mois, de façon à permettre l'évaluation dans les divers régimes du fleuve. Les experts seraient en outre chargés d'évaluer les frais annuels d'entretien de chaque moteur.

Le Conseil administratif désigna comme expert pour la Ville, M. l'ingénieur Veyrassat, les usiniers, M. l'ingénieur Achard, et les deux experts des parties choisirent comme troisième expert, M. Séchehaye-Collomb.

CHAPITRE IX

Le plan définitif

Rapport au Conseil Municipal à l'appui des projets d'arrêtés votant les premiers crédits pour l'exécution des travaux

(Voir planches *E* et *F* texte)

Les études préliminaires pouvaient être considérées comme terminées avec le milieu de l'été 1883, et le 1er septembre de la même année, M. le conseiller administratif Turrettini, président de la commission technique et délégué à la direction des travaux, présenta au Conseil municipal le rapport suivant (Fascicule III, pages 103 à 127) qu'il avait adressé auparavant à la commission consultative :

MESSIEURS,

Dans la dernière communication que nous vous avons faite, au mois de janvier, au sujet des projets d'utilisation des forces motrices du Rhône, nous vous avons annoncé l'ouverture d'un concours, entre constructeurs de machines, pour la meilleure disposition à donner à la nouvelle usine hydraulique et le meilleur système de turbines, pompes et transmissions.

C'est le résultat de ce concours et l'exposé de nos études pendant ces dix derniers mois que nous venons vous présenter, études que nous pouvons considérer comme terminées.

Résultats du concours. Nous ne nous arrêterons pas longuement sur le concours ; vous trouverez, annexées à ce rapport, toutes les pièces qui y sont relatives : Soumissions des concurrents, rapport des experts et nouveau programme rédigé par ces derniers dans le but d'utiliser, pour un projet définitif, les matériaux recueillis. Trois maisons suisses et une américaine ont concouru ; le projet de cette dernière n'étant pas suffisamment complet, a été écarté par les experts. Les trois autres maisons, toutes de premier ordre, présentaient des études sérieuses, mais aucune ne satisfaisait entièrement aux conditions du programme ; ce résultat provient sans doute de ce que, n'étant pas, nous-mêmes, fixés dès l'abord sur les meilleures dispositions à prendre, nous avions voulu laisser une grande liberté aux concurrents, tout en leur traçant les grandes lignes du projet.

Les plans proposés montraient que les constructeurs avaient un peu tâtonné, sans bien comprendre dans quelle direction ils devaient serrer leur étude.

La maison Escher, Wyss et C°, de Zurich, à laquelle les experts ont décerné le premier prix, a, dans deux projets entièrement différents, présenté certaines dispositions qui, combinées entre elles, nous ont paru pouvoir donner lieu à une nouvelle étude; c'est donc à cette maison que nous avons confié l'élaboration d'un nouveau projet d'installation mécanique, en la priant de tenir compte de nos observations et de celles rédigées dans une note annexée au rapport des experts.

MM. Th. Bell et C°, de Kriens, ont eu le second prix, et MM. J. Rieter et C° le troisième.

Avant de développer devant vous le nouveau projet, tel qu'il ressort des dernières études faites soit par MM. Escher, Wyss et C°, soit par nous-mêmes, nous donnerons, si vous le voulez bien, un rapide coup d'œil sur les différents travaux qu'a nécessités la concession des forces motrices du Rhône à la Ville de Genève.

Demande de concession à Vernier.

Et d'abord, dans le but de compléter la concession telle que le Conseil municipal l'avait décidée dans sa séance du 5 septembre 1882, le Conseil administratif a demandé au Conseil d'Etat, par lettre du 12 mai 1883, de présenter un nouveau projet de loi au Grand Conseil, prolongeant l'étendue de la concession actuelle de 5000 mètres en aval de la Jonction, soit jusqu'à 1000 mètres en aval des moulins de Vernier.

Le but que nous nous proposons est de prendre date, dans la crainte qu'une Compagnie ne devance la Ville. En effet, la force utilisable à Vernier est plus considérable que celle que l'on aura à la Coulouvrenière et peut s'obtenir beaucoup plus économiquement, car elle ne nécessiterait ni draguages, ni expropriations coûteuses, et nous nous sommes déjà assurés à très bon compte d'un terrain favorable pour la construction du bâtiment des turbines.

Malheureusement, la qualité de l'eau disponible à Vernier ne permettrait pas l'alimentation de la Ville, car, outre que les eaux du Rhône y sont souillées par les égouts de notre Ville, elles sont encore mélangées à celles, fort limoneuses, de l'Arve. De plus, l'emploi de ces eaux ne se prête pas à l'établissement des petits moteurs, dont elles useraient trop rapidement les organes.

Il ne peut, du reste, être question de transporter par câbles, ainsi qu'on l'avait proposé, une force de 4000 chevaux de Vernier aux terrains de la Jonction, distance qui est en ligne droite d'environ 3 kilom. 500, en passant par la presqu'île d'Aïre.

Mais il est bien probable que, dans un certain nombre d'années, les moyens de transmettre la force par l'électricité auront fait des progrès tels, que la transmission à longue distance sera possible.

C'est dans cette idée que nous avons avons désiré assurer pour l'avenir, à la Ville de Genève, la concession de l'importante chute de Vernier.

Notre demande a subi l'enquête *de commodo* prescrite par la loi du 5 octobre 1872.

Nous avons appris qu'aucune opposition ne s'est produite, et nous pouvons espérer que le projet de loi sera prochainement soumis au Grand Conseil.

Expertise des forces actuelles des usines situées sur le Rhône.

Dans un autre ordre d'idées, nous avons, d'accord avec les usiniers du Rhône, provoqué la nomination d'une commission de trois experts : MM. les ingénieurs Veyrassat, Arthur Achard et Séchehaye pour, en application de l'art. 5, § *a*, de la loi du 30 septembre 1882, estimer la force motrice qui devra être restituée aux usiniers actuels. Ces experts ont déjà fait trois expériences, l'une en basses eaux, l'autre en eaux moyennes, et la troisième pendant les dernières grandes eaux. Il ne reste plus qu'un dernier essai à faire en automne.

Nous verrons plus loin les résultats obtenus par la Commission et les conséquences qui en découlent pour notre projet (voir Fascicule III, Annexe 2).

Achat de terrains.

Avant d'aborder l'étude des travaux proprement dits, nous avons à vous communiquer les démarches que nous avons faites auprès de la Société de l'*Arquebuse et de la Navigation* et de quelques autres propriétaires, pour nous procurer les terrains nécessaires à la construction du bâtiment des turbines.

Le premier projet étudié par nous, en vue du concours, comportait deux turbines par chambre, dans le but de diminuer la longueur des constructions ; mais cette disposition nécessitant un bâtiment très large (d'environ 30m) empiétait sur le chemin de la Coulouvrenière. Pour remédier à cet inconvénient, nous avions l'intention d'acheter éventuellement tout le terrain appartenant à la Société de l'*Arquebuse*, compris entre le chemin de la Coulouvrenière et la rue décrétée dans le prolongement de la rue du Stand. L'accueil plus que froid qui a été fait à nos propositions par le Comité de l'*Arquebuse*, nous a obligés à écarter de notre projet toute solution permettant d'utiliser une partie de ses terrains dans un but évident d'utilité publique. Nous avons été, par cela même, amenés d'abord à disposer notre installation de manière à maintenir le bâtiment des turbines entre le chemin de la Coulouvrenière et le Rhône, puis, après de nouvelles études, nous nous sommes décidés à placer toutes nos installations dans le lit du fleuve.

Dans un premier projet, que nous intitulerons projet N° I (voir Planche *E*), le bâtiment des turbines, dans sa période définitive, comportait un développement d'environ 140 mètres. Pour obtenir cette longueur à front du quai de la Poste, il eût été nécessaire de faire l'acquisition de immeubles.

Le bâtiment aurait couvert, en outre, la petite place des Volontaires, située entre les immeubles Dangler et George, enfin la place des Volontaires qui n'est pas nécessaire pour la première période, mais qu'il y aurait eu lieu de réserver pour l'achèvement complet des installations projetées.

Le Conseil administratif n'a réussi à se mettre d'accord qu'avec un seul propriétaire sur le prix d'achat éventuel de son immeuble, et les prétentions des propriétaires dans leur ensemble dépassaient Fr. 430,000, non compris les deux places des Volontaires.

En face de ces exigences nous avons préféré reprendre sur de nouvelles bases l'étude du bâtiment des turbines et chercher à le construire entièrement sur le lit du fleuve.

Une autre considération nous a poussés à cette décision radicale.

La Commune de Plainpalais, très restreinte dans son budget et ne pouvant développer ses services de voirie, a obtenu dernièrement du Grand Conseil

l'autorisation de créer un nouvel impôt, sous la forme d'une taxe sur l'industrie.

Les installations que nous allons faire sur le territoire d'une commune voisine, installations pour lesquelles nous devons dépenser près de 2 millions, seront grevées outre mesure par cette nouvelle taxe et par les centimes additionnels de Plainpalais; la Ville en fait l'expérience avec sa nouvelle usine hydraulique à vapeur, qui a été imposée de plus de Fr. 700 par l'impôt foncier et les centimes additionnels et taxée à près de Fr. 400 par la nouvelle taxe municipale de Plainpalais. Que serait-ce pour nos nouvelles installations? et ces impôts payés à une commune voisine ne viendraient-ils pas charger considérablement nos frais généraux, alors que l'entreprise que nous projetons a, avant tout, un caractère d'utilité publique?

Le Conseil administratif avait entamé des négociations avec le Conseil d'Etat pour obtenir l'annexion de la partie de la Jonction comprise entre le Rhône, l'Arve, l'avenue des Abattoirs et le nouveau boulevard partant du Diorama, ou, tout au moins, un mode de vivre dégrevant totalement les usines de la Ville et partiellement les futures industries qui s'établiraient à la Jonction.

Nous savions, d'autre part, qu'une pétition circulait parmi les habitants de la Jonction pour demander au Conseil d'Etat l'annexion à la Commune de Genève.

Le Conseil administratif s'est malheureusement heurté contre un refus formel d'entrée en matière; c'est pourquoi nous avons préféré une solution qui nous permît de ne demander aucune faveur à la Commune de Plainpalais, puisque le lit du fleuve nous a été concédé par la loi du 30 septembre 1882.

Voilà, Messieurs, le résumé des sujets qui ont absorbé une bonne partie du temps du Conseil administratif, de la Commission technique et de nos ingénieurs pendant le premier semestre 1883.

Cet exposé était nécessaire pour que vous soyez complètement au courant de la question, et que ce soit en connaissance de cause que l'autorité municipale puisse prendre l'importante décision qui lui est demandée par le Conseil administratif pour la réalisation de l'utilisation des forces du Rhône, accordée à la Ville.

Nous ne pouvons mieux faire pour compléter ces renseignements que de donner ci-dessous le texte de la lettre que le Conseil administratif adressa, le 23 août dernier, au Conseil d'Etat, pour lui donner connaissance de ses diverses études, et solliciter une solution à la question de l'emplacement définitif du bâtiment des turbines.

« Monsieur le Président,

« Comme suite à l'entrevue que deux de nos membres ont eue, le mardi 21 courant, avec MM. les délégués du Conseil d'Etat, nous vous remettons, avec la présente lettre, trois plans numérotés, projets Nos 1, 2 et 3 (voir texte Planche E), représentant les diverses alternatives qui se présentent pour la Ville pour la création des forces hydrauliques du Rhône.

« Le projet No 1, le plus ancien en date, prévoit un bâtiment pour 20 turbines de 300 chevaux bruts, situé sur la rive gauche du fleuve, entre l'extrémité actuelle du quai de la Poste et l'Usine

de Dégrossissage. Le bâtiment projeté a une longueur de 150 mètres environ et une largeur de 24m50. Il est entièrement compris entre la rive actuelle du fleuve, dans l'alignement du quai de la Poste et la rue de la Coulouvrenière. Ce projet nécessite l'établissement d'un égout collecteur des eaux de la rive gauche, recueillant, dès maintenant, les canaux qui se jettent actuellement dans le Rhône entre le pont de la Machine et le nouvel établissement des turbines. Cet égout est celui qui a été prévu dans l'axe de la rue du Stand prolongée, et c'est en vue de son établissement que la Ville a demandé, en son temps, la création de l'artère partant de l'extrémité actuelle de la rue du Stand pour rejoindre le quai qui va se construire le long du Rhône jusqu'aux gazomètres, dans le prolongement de la route de St-Georges. Le débouché de l'égout dans le Rhône doit avoir lieu en ce point.

« Ce projet N° 1 présente comme avantage la possibilité de mettre les installations mécaniques sur un seul alignement dans le prolongement du quai de la Poste; par contre, il est grevé de frais spéciaux considérables qui lui sont inhérents et peuvent être à peu près entièrement évités avec les projets Nos 2 et 3.

« Ces frais sont: *A.* L'obligation d'exproprier les immeubles Schwob, Dengler, Dizerens, George et Kugler. Les propriétaires de ces immeubles exigent une somme totale de Fr. 430,000, et la Ville a fait d'inutiles efforts pour obtenir des prétentions moins élevées.

« Dans ce chiffre ne sont pas comprises les sommes que pourra demander la Commune de Plainpalais pour les deux places des Volontaires	Fr.	430,000 —
« *B.* La création d'un égout collecteur à grande section, allant de la place de la Petite-Fusterie, aux Gazomètres par la rue du Rhône, la place de Bel-Air, la rue de la Poste et la rue du Stand, égout dont l'établissement est évalué à	»	351,000 —
« *C.* La création d'un plancher de séparation entre le canal d'amenée et le canal de fuite devant les turbines, plancher dont le devis, pour la première période seulement, s'élève à la somme de	»	78,000 —
« Il y a lieu d'ajouter à ces trois rubriques le coût de la route à travers le Stand, devisée jusqu'au gazomètre, non compris le quai du Rhône, à	»	185,000 —
« En effet, cette route était nécessitée par la création de l'égout, et c'est dans ce but que la Ville a voté une somme de Fr. 150,000 comme subvention à la route de St-Georges, afin d'obtenir cet embranchement.		
« Le projet N° 1 est donc grevé de	Fr.	1,044,000 —

de frais spéciaux.

« Il présente en outre l'inconvénient grave, aux yeux du Conseil administratif, de se trouver dans une portion du territoire de la Commune de Plainpalais, qui ne peut être séparée après le refus opposé par le Conseil d'Etat à la demande formulée par la Ville de l'annexion de la presqu'île de la Jonction.

« Toutes ces considérations ont obligé le Conseil administratif à chercher une autre solution plus économique, et permettant de laisser les établissements futurs de la Ville sur son propre territoire, tout en diminuant considérablement les frais de premier établissement. Le problème peut être résolu par les projets Nos 2 et 3 d'une manière aussi avantageuse pour la Ville, et le choix entre ces deux alternatives dépendra essentiellement de la solution que donnera le Conseil d'Etat à certains desideratas qui seront énoncés plus bas et qui sont relatifs au projet N° 2.

« Le projet N° 2 utilise, comme le précédent, le bras gauche du Rhône comme canal industriel. Il diffère du projet N° 1 par la position du bâtiment des turbines, qui, au lieu de se trouver

le long de la rive, se trouve en partie (six turbines) en travers du canal d'amenée et en partie (quatorze turbines) dans le milieu du fleuve, dans le prolongement de la digue longitudinale. La force disponible est de 6000 chevaux bruts, comme dans le précédent.

« Il présente la possibilité d'établir l'égout collecteur de la rive gauche le long de la rive dans le lit même du fleuve, et par conséquent d'en diminuer la longueur, puisqu'il n'est pas nécessaire de le prolonger au delà du bâtiment des turbines. En outre, l'égout se présente dans des conditions d'exécution beaucoup plus économiques, puisqu'il se fera dans le lit du fleuve, sous les quais-ponts et dans le prolongement du quai de la Poste, au moment où ces diverses parties du lit seront mises à sec pour l'exécution des dragages du bras gauche et des fondations des bâtiments et des vannes de décharge. Son coût s'élèvera à Fr. 285,000 seulement, si l'Etat ou les communes suburbaines contribuent par leurs subventions à l'établissement d'un égout de section suffisante pour recevoir toutes les eaux de l'agglomération genevoise sur la rive gauche. Le prix de l'égout ne dépasserait guère Fr. 130,000 s'il était calculé pour recevoir les eaux urbaines seulement. Mais il y aurait faute grave de la part des autorités cantonales et municipales à ne pas faire, d'emblée, un égout suffisant pour toutes les nécessités à venir, alors que se présente l'occasion unique de la mise à sec du bras gauche, opération qui réduit de moitié le coût de ce travail.

« Cette solution nouvelle, qui n'empêche pas l'exécution de la route du Stand par les propriétaires, aussitôt que ceux-ci voudront tirer parti de leurs terrains, est une économie nette de Fr. 185,000 sur le coût de la route de St-Georges; il évite, en outre, la subvention nouvelle que la Ville eût été en droit de demander à l'Etat pour sa part à la création d'un grand égout collecteur par la rue du Stand, égout devisé, comme il a été dit plus haut, à Fr. 351,000.

« Il paraît équitable, en conséquence, que le Conseil d'Etat demande au Grand Conseil d'appliquer la subvention de la Ville de Fr. 150,000 destinée à la route à travers le Stand, ainsi que les Fr. 35,000 que l'Etat aurait dû dépenser pour parfaire cette dépense; que le Conseil d'Etat, disons-nous, demande d'appliquer cette somme de Fr. 185,000 à la création de la portion de l'égout collecteur allant de la Petite-Fusterie à la place des Volontaires, au-dessous du bâtiment des turbines. Le reste de la dépense, soit Fr. 105,000, incomberait à la Ville et aux Communes suburbaines.

« Le projet N° 2 présente donc, soit pour l'Etat, soit pour la Ville, une économie nette de Fr. 759,000 sur le projet N° 1, toutes les autres dépenses restant égales.

« Il présente toutefois encore un inconvénient aux yeux de la Ville, inconvénient qui peut disparaître sans nuire aux intérêts de personne, si le Conseil d'Etat veut bien présenter au Grand Conseil un projet de loi délimitant les communes de Plainpalais et de Genève le long de la rive gauche du fleuve, entre la rue de l'Arquebuse et la place des Volontaires, et non dans l'axe du fleuve où se trouve actuellement la limite idéale des deux communes.

« Cette simple modification de limite, sur 200 mètres de longueur, mettrait toutes les futures installations sur le territoire de la Ville.

« Dans le cas où la Ville ne pourrait pas obtenir le changement de limites qui n'a, comme vous le reconnaîtrez facilement, aucun des inconvénients que l'on objectait à l'annexion totale de la presqu'île de la Jonction et qu'elle n'obtiendrait pas simultanément de la Commune de Plainpalais le dégrèvement de la taxe municipale pour la Machine hydraulique à vapeur et les Abattoirs, qui sont l'un et l'autre des établissements d'utilité publique au premier chef, la Ville se trouverait dans l'obligation de recourir au projet N° 3, qui diffère essentiellement des deux précédents.

« En effet, le bâtiment des turbines se trouve dans le prolongement du bras droit du Rhône, qui devient canal industriel, le bras gauche étant pris comme canal de régularisation. Il est disposé à la hauteur de la promenade de St-Jean, immédiatement au-dessous du pont de la Coulouvrenière, et sa position permet de réduire de près de 100 mètres la digue longitudinale telle qu'elle est prévue dans le projet N° 2 ; par contre, le draguage du canal de fuite doit être poussé d'autant plus en amont; l'économie réalisée par la diminution de la digue est compensée à Fr. 15,000 près par l'augmentation du coût du draguage. Le bras droit étant utilisé comme canal industriel, le niveau de l'eau, du pont de la Machine au bâtiment des turbines, participera au régime d'amont, et, par, conséquent, sera plus élevé qu'il n'est aujourd'hui, tandis que l'eau du bras gauche sera abaissée, et, par conséquent, la construction de l'égout collecteur rive gauche ne sera plus d'une nécessité immédiate. Ce changement de régime amène, par contre, l'obligation de construire la partie de l'égout collecteur rive droite compris entre les ponts de l'Ile et le nouveau bâtiment des turbines. La construction de l'égout se ferait en partie dans le lit du fleuve, de façon à élargir simultanément le quai du Seujet, ce qui apporterait une amélioration importante à ce quartier.

« Le coût du tronçon d'égout rive droite, qui doit être exécuté simultanément avec le projet N° 3, peut être devisé à Fr. 200.000 seulement, de sorte que les frais du reste du projet restant égaux à ceux du projet N° 2, l'économie du projet N° 3, par la diminution de la longueur de l'égout collecteur et de la digue longitudinale, serait de Fr. 65,000.

« Dans cette alternative, la route du Stand n'a, pas plus que dans le projet N° 2, d'utilité directe, et la Ville demanderait que sa subvention de Fr. 150,000 soit reportée sur la construction de l'égout, l'Etat bénéficiant de Fr. 35,000, solde du coût de la route du Stand.

« Le projet N° 3 présente, au point de vue des intérêts de la Ville, le grand avantage d'être entièrement sur son territoire, et par conséquent il met un terme à toute discussion relative à une modification de ses limites

« Toutefois, cette solution porte préjudice au territoire de la Coulouvrenière et aux terrains de la Jonction, quartier qui paraît à première vue avantageusement disposé pour devenir un centre industriel, quoiqu'il ne présente pas la possibilité d'un raccordement facile avec la voie ferrée, ce qui est une nécessité absolue pour attirer la grande industrie.

« Quelle que soit la solution donnée à la question du quartier industriel, le transport de la force motrice pourra se faire d'une manière également facile pour les projets N° 2 et N° 3; aussi les seuls mobiles qui nous feraient préférer le projet N° 2 sont que la construction de l'égout rive gauche paraît d'une utilité plus générale pour l'agglomération genevoise, et que l'adoption du bras droit comme canal industriel nécessiterait peut-être une modification à la loi du 30 septembre 1882, par conséquent, un retard dans le commencement des travaux si impatiemment attendus de toute la population.

« Il dépend du Conseil d'Etat de permettre la mise en exécution de ce grand travail dès le mois de novembre prochain, de façon à profiter encore des basses eaux d'hiver. Tout délai dans la solution de nos demandes retardera forcément d'un an le commencement des travaux.

« Persuadés, Monsieur le Président, que le Conseil d'Etat fera tout son possible pour faciliter à la Ville la lourde tâche qu'elle a assumée, nous vous présentons l'assurance de notre haute considération.

« Au nom du Conseil Administratif :
« *Le Président*,
« Ed. PICTET.

« *P.-S.* En cas d'exécution du projet N° 3, l'enquête *de commodo* ne serait pas à refaire, puisque la loi du 30 septembre 1882 a été votée sur l'enquête faite pour la demande de la Société d'utilisation des Forces du Rhône, demande qui prévoyait un barrage et des turbines dans l'emplacement même du projet N° 3. »

Plan d'ensemble.

Il nous reste, Messieurs, à développer devant vous le projet tel qu'il ressort des dernières études faites, dans les trois alternatives prévues.

Après un coup d'œil sur le plan d'ensemble, nous examinerons d'abord la question des draguages et les conséquences qu'auront ces travaux, savoir : l'enlèvement du barrage et la réfection du pont de la Machine sur un des bras du Rhône. En second lieu, nous étudierons la construction de la digue séparative et de ses accessoires, digue noyée et vannes de décharge.

Vient ensuite la construction du bâtiment des turbines, en fondations et en élévation.

Nous poursuivrons en vous donnant quelques détails sur les dispositions des moteurs et des pompes qui seront placés dans ce bâtiment.

Enfin nous terminerons par l'établissement des devis comparatifs et par la justification financière du projet.

Le plan général est resté celui qu'a proposé M. Legler et que vous connaissez déjà, à savoir :

Utilisation d'un des bras comme canal industriel et régularisation possible du niveau du lac par l'autre bras.

Ce projet nécessite le prolongement du bras servant de canal industriel pour former le canal d'amenée et le canal de fuite, au moyen d'une digue séparative située parallèlement au quai et créant ainsi un canal de 48 mètres de largeur.

Draguages

Nous avons profité des eaux basses de l'hiver dernier, pour faire relever très soigneusement de 25ᵐ en 25ᵐ les profils en travers du Rhône, dès le pont de la Machine à la Jonction. Ces levés nous ont permis d'établir le cube exact des draguages à effectuer. Le total se monte à plus de 300,000 mètres cubes. Il ne sera pas nécessaire cependant de faire ces draguages en une seule fois ; ceux du bras de régularisation, qui ne s'exécuteront qu'en tant qu'il serait intervenu une convention intercantonale pour le niveau du lac, ont une importance de 46,000 mètres cubes.

La partie située entre le moulin de Souterre et la Jonction pourra aussi être différée ; il ne reste donc à draguer, dans la première période, que le canal industriel jusqu'au bâtiment des turbines, pour former le plafond du canal d'amenée, puis de cet endroit jusqu'à Souterre pour creuser le canal de fuite.

Cette première partie indispensable a une importance de 120,000 mètres cubes environ.

Vous trouverez, dans les pièces annexes, divers rapports à ce sujet (voir Fascicule III, Annexes IV et V), entr'autres celui de M. Chappuis, ingénieur-entrepreneur, qui a exécuté la correction des eaux du Jura et exécute, en ce moment, de grands travaux de draguages dans la Seine-Inférieure.

Après avoir examiné en détail les prix de revient des draguages dans des conditions diverses, nous avons pensé qu'il serait avantageux pour la Ville d'opérer ces travaux en régie co-intéressée ; la grande expérience de M. l'ingénieur Chappuis, le matériel considérable qu'il possède à Nidau, nous sont un sûr garant que cette entreprise ne pourrait s'exécuter dans des conditions plus sérieuses.

Les draguages devront probablement s'opérer à sec dans le canal industriel ; un batardeau provisoire sera établi à cet effet vers le barrage et un autre à la pointe de l'Ile. De puissantes pompes épuiseront l'eau et tiendront le lit à sec ; cette mesure se justifie par l'impossibilité qu'il y aurait à faire passer les dragues sous les ponts, et par la nécessité de faire, dans les meilleures conditions, certains travaux de consolidation aux murs des quais ; ces travaux se feront en hiver et seront rapidement exécutés, le cube à extraire étant seulement de 3,700 mètres cubes.

C'est, du reste, ainsi qu'il a été procédé, il y a quelques années, à Zurich.

Les produits des draguages de la partie aval, soit du pont de la Coulouvrenière au moulin Pélaz, seront employés, s'ils sont reconnus de bonne qualité, à créer la digue séparative ; dans le cas contraire, ils seront versés dans le gouffre de 8 à 9 mètres qui se trouve sous les nouveaux bains flottants ; de cette façon on économisera le transport des draguages ; la troisième partie, soit du bâtiment des turbines au moulin de Sonterre, sera portée sur les terrains de la Jonction, suivant la convention que vous trouverez aux annexes [1] (voir Fascicule III, Annexe 3).

L'exécution de ces travaux ne pourra se faire que dans la période des basses eaux et nécessitera au moins deux campagnes.

Digue séparative.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, une digue parallèle au quai sera établie dans le prolongement de l'Ile.

Cette espèce de jetée peut être construite de deux manières différentes, soit en terre, soit en béton. Dans le premier cas, elle aurait 3 mètres en couronne et des talus de 1 sur 1 $^1/_2$, une hauteur moyenne de 6 mètres, ce qui donne une largeur à la base d'environ 20 mètres.

Le pied de la digue serait formé par deux batardeaux de 1^m de large : après avoir épuisé l'intérieur des batardeaux, on les remplirait avec le produit des draguages préalablement préparés et étendus par petites couches, damées avec soin.

Les talus seraient revêtus de perrés cimentés ; ce travail fini, les batardeaux seraient recépés au fond de l'eau.

Cette manière de procéder serait la plus économique ; elle a parfaitement réussi dans la Limmat, à Zurich.

Le deuxième procédé consisterait à construire deux batardeaux parallèles [2], laissant un vide de 2^m à $2^m,50$, et d'y couler du béton ; puis, après avoir recépé les pieux des batardeaux, de garantir la digue contre le courant avec des enrochements ; ce second mode de faire serait plus coûteux que le premier.

[1] Convention avec les propriétaires des terrains de la Jonction pour le dépôt du produit des draguages.

[2] C'est ce système qui a été exécuté.

Si tout l'ouvrage était exécuté en remblais, il faudrait un cube de 15,000 mètres cubes, ce qui est sensiblement celui des draguages à effectuer dans la partie correspondante du bras gauche.

Vannes de décharge.

Douze vannes de décharge de 3m de largeur et de 3m,90 de hauteur seront installées entre la digue séparative et l'extrémité de la Halle. Elles seront manœuvrées au moyen d'une petite turbine et serviront à évacuer dans le bras droit le trop-plein de l'eau amenée par le bras gauche, qui ne serait pas absorbé par les turbines. Le bâti de ce vannage sera entièrement en fer et les fondations en béton, avec radier en bois.

Bâtiment.

Le bâtiment destiné à recevoir les turbines et pompes sera édifié, dans les Projets Nos 2 et 3, en partie à cheval sur le canal industriel, en partie en prolongation de la digue séparative, en équerre avec l'autre partie du bâtiment. La première partie contenant six chambres de turbines serait seule complètement achevée dans la première période. Il ne serait fait d'abord, du bâtiment longitudinal, que les fondations inférieures et les têtes des chambres de turbines, de façon à permettre ultérieurement de les épuiser sans batardeau spécial lorsqu'il sera devenu nécesssaire de les achever.

Toutes les fondations se feront en béton ; chaque chambre aura une largeur de 5m,50, les piles intermédiaires ayant une largeur de 1m,50 [1].

En élévation, les fondations présenteront trois étages : un sous-sol placé au-dessous de la turbine, par leqnel l'eau s'échappera ; un premier étage, qui sera la chambre d'eau correspondant au plafond du canal d'amenée ; puis un second étage situé au-dessus des plus hautes eaux et dans lequel se trouveront le pivot supérieur de la turbine, la commande des vannages et les tuyaux d'aspiration et de refoulement des pompes.

Au-dessus de cet étage sera la salle des pompes formant le véritable rez-de-chaussée du bâtiment. Une toiture en fer, supportée par des colonnes en fonte, recouvrira le tout, qui formera une vaste salle largement éclairée. Des rails fixés aux colonnes qui portent la toiture supporteront des grues roulantes pour la manœuvre des pièces.

Les turbines seront placées dans l'axe du bâtiment, et les pompes disposées en chevrons seront directement attelées deux par deux à la turbine, comme c'est le cas pour les pompes de l'ancienne Machine. Cette disposition ne nécessite pas de coûteuses transmissions et donne un mouvement plus doux.

Pompes et turbines.

Les turbines seront du système Jonval, à réaction ; c'est celui qui convient le mieux pour le régime du Rhône, dont les niveaux sont soumis à de grandes variations. Le diamètre de la roue motrice, fondue en deux pièces, aura 4m,50.

L'arbre creux sera en acier et le pivot sera placé en dessus.

Les pompes auront la même course que celles de l'Usine à vapeur, soit 1m,10.

Les soupapes seront à double siège, l'expérience ayant prouvé que celles du système Farcot, nécessaires pour marche à grande vitesse, se détériorent lorsqu'elles restent au repos. Du reste, la vitesse de rotation des turbines sera

[1] L'épaisseur donnée aux piles a été, en exécution, de 1m.

de 26 tours, ce qui est une vitesse normale pour des pompes à piston plongeur.

Au-dessus du canal de fuite se trouvera un vaste puisard qui recevra l'eau par un tuyau communiquant avec la conduite alimentant actuellement les pompes à vapeur.

Les tuyaux de refoulement partant des réservoirs d'air communiqueront pour chaque groupe de pompes, au moyen d'un robinet-vanne, avec deux conduites maîtresses à haute et basse pression placées à côté du puisard.

Les pompes seront construites de façon à pouvoir marcher indifféremment à haute ou basse pression [1].

La vitesse restant la même, il suffira d'avoir un piston de 300^{mm} de diamètre pour marcher à haute pression, et un piston de 420^{mm} pour la basse pression de 50 mètres.

Ce dispositif permettra de commencer immédiatement le service à haute pression pour la transmission de grandes forces, sans attendre la construction d'un réservoir à niveau élevé. Si jamais ce réservoir est établi, il suffira de changer les pistons de pompes pour marcher dans les nouvelles conditions de pression.

Nous avons étudié la possibilité d'utiliser les mêmes turbines pour actionner soit des compresseurs d'air, soit des machines électro-dynamiques, soit une transmission télo-dynamique. Nous sommes assurés de cette façon de pouvoir satisfaire à la demande de tout système de transmission de force aujourd'hui en usage, quoiqu'il ne soit pas question d'établir maintenant autre chose que des pompes hydrauliques.

Telle est, Messieurs, en résumé, la description des premiers travaux à exécuter, mais nous devons prévoir que cette modification complète de nos forces motrices entraînera à d'autres dépenses pour améliorer le service des eaux.

Amélioration du service hydraulique.

En dehors des travaux proprement dits nécessités pour l'utilisation des forces motrices du Rhône, il y a donc lieu d'examiner quels seront les changements à apporter à notre système de canalisation hydraulique, pour que le service des eaux, doté d'une force considérable, puisse poursuivre son développement et fournir par ses bénéfices les sommes nécessaires à l'amortissement des capitaux dépensés dans ce but.

Nous avons eu donc à étudier les points suivants :

a) Création d'une double zone, c'est-à-dire établissement de deux réseaux, l'un à basse pression, soit 50^{m} comme aujourd'hui, desservant les quartiers bas, l'autre à haute pression, fournissant l'eau aux localités les plus élevées et à l'industrie.

b) Création d'un réservoir pour distribution sous haute pression.

c) Etude de la canalisation reliant le réservoir à haute pression avec l'usine élévatoire.

d) Modifications à apporter à l'ancien réseau de la Ville, et créations de nouveaux réseaux dans les communes suburbaines.

[1] Lors de l'exécution, l'on a renoncé à avoir deux régimes distincts pour chaque système de pompe.

e) Elaboration des nouveaux tarifs pour la vente de l'eau motrice.

C'est le résultat de ces études que nous allons vous donner, après quelques considérations préliminaires.

Considérations générales.

Le premier point à fixer dans la création ou la modification d'un service hydraulique est la quantité d'eau nécessaire, non seulement pour le moment présent, mais pour une période que l'on doit prévoir d'au moins un quart de siècle.

Les besoins sont divers et peuvent se répartir ainsi :

1° *Eau ménagère.*

2° *Eau industrielle.* Sous ce nom, nous appelons l'eau nécessaire à l'industrie pour d'autres usages que la force motrice.

A Lyon, à Roubaix et dans d'autres villes manufacturières, cette eau entre pour un facteur important dans le total des eaux à élever ; à Genève son débit est actuellement presque insignifiant.

3° *Eau destinée aux services publics*, qui se classe en deux catégories :

L'eau pour les fontaines,

L'eau pour les arrosages, lavages d'égouts et services de propreté.

4° *Eau motrice* distribuée à domicile sous haute pression.

Les documents que nous possédons sur le service actuel et sur son développement depuis 25 ans, peuvent nous donner la mesure de ce qu'il faut prévoir pour un nouveau quart de siècle, du moins en ce qui concerne les services publics et l'eau ménagère. Mais il n'en est pas de même de l'eau destinée à distribuer la force motrice.

Avant de rechercher approximativement les différents facteurs qui doivent nous donner le cube total de l'eau à élever, nous devons examiner la manière dont nous distribuerons la force et expliquer les raisons qui nous ont fait préférer l'emploi de l'eau sous pression aux autres systèmes connus pour la transmission de la force motrice à distance.

Des divers modes de transmission de force.

Des divers modes de transmissions, les plus simples et les plus anciens sont les transmissions par courroie, par engrenages et par arbre de couche ; ces divers modes ne peuvent être employés que dans les locaux où la force motrice est produite, ou, tout au moins, qui ne sont éloignés que de quelque 20 mètres de la force motrice. Ce genre de transmission ne pourra donc pas être utilisé pour transmettre la force au dehors de notre bâtiment de turbines.

Aussi passons-nous rapidement au système inventé par M. Hirn vers 1850, pour transmettre la force à de plus grandes distances ; le système porte le nom de transmission par câbles en fer, ou transmission télo-dynamique. Par le moyen de câbles marchant à des vitesses de 20 à 25 mètres par seconde sur des volants ou poulies à gorge, on peut transmettre des forces considérables à plusieurs kilomètres de distance ; ces installations, simples en apparence, nécessitent, toutefois, des dépenses assez considérables, car les poulies doivent être placées au sommet de hauts piliers en fer ou en maçonnerie.

Suivant la configuration du terrain, la distance d'un pilier à l'autre peut varier suivant la flèche, soit courbure du brin descendant du câble, qui tend à traîner par terre. Dans les cas les plus favorables, comme à Bellegarde (192^{m}), les portées ne peuvent dépasser 200 mètres.

Ce genre de transmission s'est beaucoup répandu depuis 15 ans et a rendu certainement de grands services.

Les distributions de forces créées à Schaffhouse, Fribourg, Bellegarde et Zurich, sont basées sur l'emploi des transmissions par câbles. A Bellegarde et à Fribourg il eût été impossible de transporter autrement la force des cours d'eaux encaissés dans des gorges de plus de 40 mètres de profondeur.

Et cependant, quelque simple que paraisse à première vue ce système de transmission, l'on tend à y renoncer à cause des frais d'entretien considérables que nécessitent les câbles, frais qui ont été prouvés par une longue expérience : les câbles nécessitent des changements annuels; en outre, ils se détendent pendant les premiers temps de leur marche; de là l'obligation de les raccourcir fréquemment et de faire de longues épissures de plus de 20 mètres, pour lesquelles des ouvriers expérimentés emploient au moins une journée; il faut en outre, disposer d'un emplacement au-dessous du câble pour faire cette opération avec commodité. Parfois ces câbles se rompent, ce qui peut entraîner des accidents graves, surtout s'ils traversent des voies de communication. Ce système ne permet aucune mesure de la quantité de force transmise par le câble. On ne peut donc l'employer que pour un établissement particulier et pour transmettre une force considérable, mais il est impossible de distribuer la force par fractions de cinq à dix chevaux sans être à la merci du consommateur.

Enfin, la force ainsi concédée doit l'être dans un quartier spécial et nécessite une division du terrain, qui doit se plier aux exigences de la transmission.

Transmission par air comprimé.

L'emploi de l'air comprimé comme système de transmission tend à se répandre depuis quelques années. Les premières applications de cet agent sont dues à notre savant concitoyen, M. le profr D. Colladon, qui eut l'idée d'employer l'air comprimé pour le percement des grands tunnels. C'est au Mont-Cenis qu'eut lieu la première application. Le Gothard a été percé par le même procédé.

L'air est aspiré dans l'atmosphère et comprimé à une pression de plusieurs kilogrammes par des pompes spéciales, appelées compresseurs. Cet air, ainsi réduit de volume, est distribué par des canalisations métalliques jusqu'aux différents points où la force doit être distribuée. La perte de charge, extrêmement faible, de l'air dans les tuyaux, permet de transmettre des forces considérables avec des sections de conduits extrêmement restreints.

Aussi ce système peut-il être employé avec grand avantage partout où, comme dans les tunnels, la question de rendement en force motrice joue un rôle secondaire.

Malheureusement ce n'est pas notre cas, et la perte d'effet utile, soit par le fait de l'échauffement produit par la compression de l'air, soit par le fait du refroidissement produit par la détente dans la machine secondaire où la force est restituée, réduit à 50 %, au maximum, l'effet utile de la transmission par l'air comprimé. En outre, les congélations qui se produisent, par suite de l'abaissement de température, à l'échappement de la machine secondaire, amènent fréquemment l'obstruction des lumières, et par conséquent des irrégularités de marche. Il est vrai que M. Mékarski a proposé, avec succès, de réchauffer l'air dans le cylindre de détente au moyen d'un jet de vapeur, ce qui augmente sensiblement les conditions de rendement et supprime les chances de congélation.

Mais ce système nécessite l'établissement d'une petite chaudière à vapeur sur chaque point de consommation de force et fait perdre un des principaux avantages de la transmission de force à distance à partir d'une station centrale, avantage qui est de supprimer tout personnel sur le lieu de consommation.

Transmission par électricité.

Nous ne pouvons passer sous silence l'emploi de l'électricité pour la transmission à grande distance, car ce système est soumis actuellement à une polémique intense[1], et nous avons tout lieu de croire que, s'il n'est pas encore arrivé à un point où l'on puisse le déclarer complètement entré dans la pratique industrielle, il arrivera, dans un avenir peu lointain, à lutter avec avantage contre ses devanciers.

Rappelons en quelques mots les principes de la transmission par l'électricité. Un moteur quelconque, une turbine par exemple, fait mouvoir une machine dynamo-électrique à courant continu qui produit l'électricité et est appelée machine *génératrice*, ou machine *primaire*. Cette électricité est transmise par un double conducteur métallique jusqu'au point où la force doit être restituée. Là, se trouve installée une seconde machine électro-dynamique sensiblement égale à la machine génératrice, laquelle, sous l'action du courant électrique, est entraînée dans un mouvement de rotation. On peut recueillir sur cette seconde machine, appelée machine *réceptrice*, ou machine *secondaire*, une partie de la force qui avait été donnée à la machine primaire. La perte de rendement provient de trois causes principales : l'échauffement produit par la résistance de la machine primaire, l'échauffement produit par la résistance du câble, et l'échauffement produit par la résistance de la machine secondaire.

Ces trois facteurs, auxquels il y a lieu d'ajouter les frottements relativement faibles des deux machines, sont la cause principale de la perte de rendement qui n'est point à dédaigner, car dans les expériences célèbres de M. Marcel Deprez, à Munich, et à la gare du Nord, à Paris, elles ont atteint ensemble 70 % environ, laissant ainsi un effet utile de 30 % seulement. Il est juste de reconnaître que M. Marcel Deprez avait exagéré, comme à plaisir, les difficultés de ses expériences, en employant des câbles en fer (par conséquent d'une résistance énorme) et en cherchant à produire une différence de potentiel de plusieurs milliers de volts dans une seule machine, ce qui la rendait excessivement délicate et réduisait dans une proportion considérable le rendement obtenu à cause de l'insuffisance de l'isolation des fils de sa machine, en présence de différences de tension aussi colossales. La distance à laquelle M. Marcel Deprez a transmis la force était de 8 ½ kilomètres. Il est peu probable que nous ayons à Genève des transmissions aussi éloignées du point de création de la force, aussi le problème est-il passablement simplifié.

L'électricité peut être employée sans inconvénient au point de vue physiologique, c'est-à-dire au point de vue des accidents de personnes, jusqu'à une tension de 500 volts. La maison Siemens construit aujourd'hui d'une façon parfaitement industrielle des machines produisant cette tension, et le rendement de ces machines atteint 80 %, soit pour la machine primaire, soit pour

[1] Ce rapport était écrit en 1883.

la machine secondaire. Le rendement final est donc de 64 %, et si l'on y ajoute une perte de 10 % par le câble qui conduit l'électricité d'une machine à l'autre on obtient un effet utile net de 54 % sur l'arbre moteur de la machine secondaire [1].

Or, avec une machine produisant une tension de 500 volts et une quantité de 50 ampères, ce qui correspond en énergie électrique à une force de 2.500 kilogrammètres, soit environ 33,3 chevaux, on obtiendrait à une distance de : un kilomètre, sur l'arbre de la machine secondaire, une force de 23 chevaux, avec un câble en cuivre ayant une résistance de 0.50 Ohm par kilomètre et coûtant avec son enveloppe de plomb fr. 2,500 le kilomètre.

Le prix des deux machines et des deux kilomètres de câble (aller et retour) serait ensemble, avec la pose, de fr. 15,000, ce qui pour 23 chevaux et en comptant un intérêt et amortissement de 15 % par an, porterait en chiffre rond à fr. 65, et avec le graissage et l'entretien, à fr. 100 par an la plus-value du prix de revient du cheval effectif pour une transmission électrique d'une force d'au moins 20 chevaux à un kilomètre de distance.

On voit que, dans ces conditions, le moment n'est pas loin où l'on pourra appliquer avec avantage ce mode de transmission dans notre ville.

Toutefois, il y a encore un certain imprévu dans la sûreté et la durée du fonctionnement des machines dynamos qui nous a décidés à attendre les résultats d'expériences de plus longue durée avant de baser, dès le commencement de nos travaux, notre système principal de transport de force sur la transmission électrique.

Transmission par eau sous pression.

Aussi nous nous sommes arrêtés à l'emploi de la transmission de la force par eau sous pression, qui nous a paru le plus sûr et le plus simple, dans les conditions dans lesquelles il se présente pour nous. Ce système présente les avantages suivants sur les trois autres systèmes précédemment décrits.

Il donne, avant tout, la possibilité de mesurer exactement la quantité de force consommée en chaque point par la mesure de l'eau écoulée dans le moteur de l'abonné. Cette faculté n'existe ni pour la transmission télodynamique, ni pour la transmission par l'air comprimé, et s'il est possible dans la transmission électrique de mesurer la quantité d'électricité passée par la machine secondaire, les appareils de mesurage, dont l'invention est toute récente, ne présentent pas encore la sanction de l'expérience, qui nous permette de les mettre sur un pied d'égalité avec les compteurs d'eau dont le bon fonctionnement est consacré par des années d'usage.

Le moteur hydraulique employé pour restituer la force sur le lieu de consommation peut appartenir à deux systèmes différents, qui présentent l'un et l'autre leurs avantages spéciaux.

Le premier est la turbine pour hautes chutes, ou roue tangentielle, pour laquelle la force vive de l'eau est mise à contribution et dont le rendement ne dépasse guère 70 %.

L'autre est le moteur à colonne d'eau, dans lequel l'eau agit par sa pression

[1] Grâce aux perfectionnements apportés depuis lors, l'effet utile net atteint et dépasse aujourd'hui 80 %.

sur un piston, dont le va-et-vient produit, par l'intermédiaire d'une bielle, un mouvement de rotation continu.

Le rendement de ces appareils peut atteindre 80 et même 85 %. Leur prix est, par contre, plus élevé que celui d'une turbine de force égale ; ils présentent en outre l'inconvénient de dépenser, pour une vitesse donnée, une quantité d'eau constante, quelle que soit la force qui leur soit demandée, tandis que la dépense d'eau de la turbine peut varier avec la force consommée. La machine à colonne d'eau présente, par contre, l'avantage de constituer elle-même un compteur d'eau, car la dépense par tour étant constante, il suffit d'enregistrer le nombre de tours pour connaître l'eau écoulée, étant donné le volume de la cylindrée. La turbine, elle, ne pouvant pas compter son eau, oblige à placer sur le tuyau d'amenée un compteur d'eau qui a l'inconvénient de causer une perte de charge et, par conséquent, de réduire encore un peu le rendement de ce système.

La transmission par eau nécessite des canalisations relativement coûteuses et dont le prix est d'autant plus considérable que l'eau est distribuée sous une plus faible pression, car le frottement de l'eau dans les conduites dépend uniquement de la vitesse et non de la pression à laquelle elle est soumise. Il ressort de ce fait que la distribution d'eau sous pression est d'autant plus économique, qu'elle est opérée sous une plus forte charge ; c'est ce qui nous a amenés à prévoir une canalisation industrielle sous 100 mètres de pression[1]. Nous n'avons pas cru devoir dépasser ce chiffre, parce qu'il est probable qu'un jour ou l'autre, le réseau hydraulique à haute pression sera complété par l'établissement d'un réservoir sur un des points culminants environnant la Ville et que le point le plus élevé à une distance de 4 kilomètres de l'usine future ne dépasse pas le niveau de 90 mètres au-dessus du lac.

Nous avons dit plus haut que l'établissement des canalisations hydrauliques était plus coûteux que l'établissement d'un câble télo-dynamique ; par contre, il présente la particularité que la perte de charge, ou le frottement de l'eau, ne varie pas proportionnellement à la section des tuyaux, de sorte que, tandis qu'avec un câble de section double d'un autre, la force transmise ne peut être que quatre fois supérieure à celle transmise par le câble le plus faible, une canalisation hydraulique d'un diamètre double d'un autre permettra de transmettre, à perte de charge égale, une force six fois plus considérable. L'on trouve également que, tandis qu'un câble de section double pèse quatre fois plus que l'autre, une canalisation de section double ne pèsera guère que deux et demi fois plus que l'autre.

Ajoutons, par contre, pour être exact, que la transmission par eau perd beaucoup de ses avantages lorsqu'elle doit être faite à un niveau sensiblement supérieur à celui où l'eau est aspirée, car la pression est toujours diminuée de la différence entre la hauteur à laquelle est situé le moteur et la hauteur de l'eau dans le puisard des pompes. Il y a lieu de tenir compte de cet élément important dans le système de transmission à adopter dans chaque cas particulier.

[1] La pression normale du réseau à haute pression a été, dans l'exécution, de 140 mètres.

Nous venons d'exposer sous vos yeux, aussi impartialement que possible, les côtés forts et faibles de chacun des systèmes de transmission de force à distance, aujourd'hui connus. Nous pensons qu'il est bon d'y ajouter quelques chiffres tirés d'un ouvrage tout récemment paru à Berlin et intitulé : « *Kritische Vergleichung der electrischen Kraftübertragung,* » par M. Beringer. (Voir Fascicule III, Annexe N° 11).

Il s'agit d'établir le prix de la force motrice produite par les différents systèmes connus :

Une force de cinq chevaux, produite par une petite machine à vapeur, coûte environ Fr. 0.40 par heure et par cheval.

Une force d'une dizaine de chevaux, produite par une machine à vapeur de force moyenne, coûte fr. 0,27 par heure et par cheval.

Une force de cinquante chevaux au moins, produite par une grande machine à vapeur, coûte fr. 0,106 par heure et par cheval.

Avec un moteur à gaz, le prix du cheval dépend du prix du gaz. Pour les villes où le mètre cube de gaz coûte fr. 0,22, le cheval-heure revient à fr. 0.32 (il serait de fr. 0,40 à Genève) avec un moteur consommant 0,8 mètre cube par heure et par cheval. Avec de très grandes machines à vapeur de la meilleure construction, le prix du cheval-heure peut être abaissé à 4—5 centimes. D'autre part, Beringer indique que le prix d'un cheval-heure pour une transmission de 100 chevaux à 5 kilomètres de distance serait, étant donnée une force hydraulique initiale à bon marché :

Pour la transmission	par câble télo-dynamique	Fr.	0,029
»	air comprimé	»	0,037
»	électricité	»	0,027
»	eau sous pression	»	0,045

Il ressortirait à première vue de ces chiffres que la transmission par eau serait la plus onéreuse, mais nous croyons que, par la sûreté du fonctionnement, la commodité du service et la sécurité de l'installation, ce système doit passer en premier rang, lorsqu'il s'agit d'une transmission de force dans l'intérieur même d'une ville. Le fait qu'une distribution d'eau ne sert pas seulement à donner de la force motrice, mais permet aussi de rendre des services de toute espèce à la communauté, soit comme eau ménagère, soit sous forme d'eau industrielle, soit, enfin, pour tous les services de propreté et d'édilité, donne une telle supériorité à ce mode de transmission, que nous n'avons pas hésité à en faire la base de notre première installation, tout en nous réservant la possibilité d'appliquer, suivant les cas, avec les quelques mille chevaux encore disponibles, tout autre système mieux approprié à certains cas spéciaux.

Réservoir. Nous avons parlé plus haut de la possibilité de l'établissement d'un réservoir correspondant à la zone de 100 mètres.

Le coût considérable d'établissement qu'il nécessiterait, étant donnée la distance de kil. 4,200 entre l'usine de la Coulouvrenière et les Crêts du Grand-Saconnex, où sa place est imposée, nous ont fait reculer devant ce surcroît de dépense.

En effet, un réservoir de 20,000 mètres cubes, avec une canalisation de

800^{mm} de diamètre, coûterait 7 à 800,000 fr. ; en même temps, le calcul indique que ce réservoir, malgré l'énorme diamètre de la canalisation, ne pourrait pas restituer 500 chevaux sans une perte de 12 %.

Dans ces conditions, nous avons cherché une solution plus simple, qui ne coûtera qu'une cinquantaine de mille francs et permettra de rendre certains services de régularisation de pression que l'on pouvait demander au réservoir.

Réservoirs régularisateurs pour la haute pression.

Le système se compose de quatre grands réservoirs de 12^{m} de hauteur et de 1^{m},500 de diamètre, placés dans le bâtiment des turbines, et mis en communication avec la canalisation à haute pression. Ces grands réservoirs doivent servir de coussins d'air et supprimer les coups de bélier ; ils sont mis en communication avec un tiroir circulaire, disposé de telle façon qu'aussitôt que les pompes à haute pression fournissent un volume supérieur au débit, le surplus de l'eau utilisée passe de la zone à haute pression dans celle à basse pression, où elle trouve son emploi.

On économise ainsi une somme de près de 700,000 Fr., qui permettrait de créer un force supérieure aux 500 chevaux qu'aurait pu restituer le réservoir.

Recherche du cube d'eau à élever par jour.

Nous avons achevé la description des machines et installations projetées ; il nous reste à procéder à la justification financière de l'entreprise, en établissant d'une part les recettes probables, d'autre part les frais d'installation et les dépenses d'entretien annuel.

Les concessions ménagères ont absorbé pendant 1882 un volume de . . . . M^3 2,100,000

En supposant une augmentation de 140 litres par an, ce qui correspond à la moyenne annuelle des dix dernières années, nous aurons une augmentation de 220 mètres cubes par jour et par année M^3 70,000.

Ce qui, au bout de 25 ans, fera une augmentation de . . . » 1,750,000

et porterait ainsi, à cette date, la dépense annuelle d'eau ménagère à M^3 3,850,000

Les concessions industrielles, moteurs hydrauliques jusqu'à 4 chevaux, ascenseurs, chemins de fer, ont dépensé en 1882 en chiffre rond M^3 1,000,000.

Nous pouvons prévoir que cette consommation sera doublée en 25 ans, et estimer à . . . . » 2,000,000

les besoins futurs ; ce qui fait un total de . . . . M^3 5,850,000

pour l'eau ménagère et industrielle.

Il nous reste à apprécier la dépense d'eau occasionnée par les services publics, fontaines, bâtiments municipaux, abattoirs et arrosages. Cette rubrique a atteint en 1882 environ M^3 3,225,000.

Nous ne pensons pas que ce débit augmente dans la même proportion que les précédentes.

Tous les bâtiments municipaux sont actuellement pourvus d'eau ; 125 fontaines sont disséminées dans les différents quartiers ; les arrosages se font très largement et n'absorberont pas beaucoup

A reporter . . . . M^3 5,850,000

Report . . . . M³ 5,850,000

plus d'eau qu'aujourd'hui, tant que le territoire de la Commune de Genève ne sera pas agrandi.

Si donc nous portons à un million de mètres cubes l'augmentation de l'eau nécessaire aux services publics pour 25 ans, nous aurons de ce chef. . . . . » 4,225,000

qui, avec les 5,850,000 mètres cubes d'eau payante, font un total, en chiffre rond, de . . . . M³ 10,000,000

Ce chiffre de 10,000,000 de mètres cubes donne une moyenne de 27,000 mètres cubes par 24 heures.

Il ne faudrait pas croire cependant que ce chiffre pût nous servir de base pour calculer la force nécessaire pour élever l'eau ; en effet, la quantité élevée est très différente suivant la saison, et si elle descend quelquefois à 20,000 mètres cubes en hiver, elle atteint aussi en été le chiffre considérable de 30,000 mètres cubes par 24 heures. Il est facile d'établir une proportion semblable pour le débit futur, et si nous savons qu'en débitant 6,500,000 mètres cubes annuellement, nous arrivons à consommer en été un maximum de 30,000 mètres cubes dans la journée, il nous sera facile de conclure que lorsque la dépense annuelle sera 10,000,000 de mètres cubes, nous devrons suffire à un débit journalier de 46,000 mètres cubes.

C'est donc ce chiffre que nous devons pouvoir atteindre ; il correspond à 32,000 litres à la minute ou 533 litres à la seconde pour le service d'eau ménagère et d'eau pour la petite industrie et pour les services publics. Ce débit de 32,000 litres par minute, sous la pression de 50m, correspond sensiblement à celui fourni par deux paires de pompes, mues chacune par une turbine de 210 chevaux, c'est-à-dire semblables à celles prévues dans le projet qui vous est soumis. En calculant sur une turbine et une paire de pompes de réserve, il y a lieu de prévoir dès maintenant trois paires de pompes à basse pression.

Restitution de force aux usines existantes.

Nous avons à rechercher maintenant la quantité d'eau nécessaire pour restituer la force aux usines dont nous serons obligés de supprimer les moteurs ; pour cela, il est nécessaire de connaître la force actuellement disponible sur les différentes roues. Une commission d'experts a été chargée de ce travail. Ses travaux ne sont pas entièrement achevés, mais peuvent déjà nous fournir des renseignements assez exacts.

En cas d'exécution du projet N° 2, nous pouvons diviser les forces à restituer en deux séries :

1° Les forces à restituer dès le début des travaux :

a) Usine de la Coulouvrenière 26/30 chevaux.
b) Usine Pélaz-Carlioz, 1re roue, 11 »
c) » » 2me roue, 8 »

A cette catégorie, nous pouvons ajouter l'usine de Souterre, quoique la restitution de force ne soit pas absolument nécessaire dans le commencement des travaux et puisse attendre la mise en marche des nouvelles turbines.

Nous devons compter pour les deux roues de Souterre : ensemble 110 chevaux.

Viennent ensuite les roues situées au Creux de Saint-Jean, sur le bras droit; la force de ces roues ne sera probablement restituée que lorsqu'une entente avec la Confédération et les Etats riverains aura permis d'exécuter le draguage du bras droit pour améliorer et régulariser l'écoulement du lac. En effet, notre nouvelle usine pourra marcher sans nuire à ces moteurs, et pourra même en améliorer sensiblement le régime, pendant la première période de l'utilisation des forces du Rhône.

Ce sont : *d)*	Moulins	David. . .	2	roues	21 chevaux.
e)	—	Delamure .	1	»	10 »
f)	—	Billon. . .	1	»	18 »
g)	—	Jules David.	2	»	35 »
h)	—	Ferrand . .	2	»	11 »
i)	—	Bellamy. .	1	»	5 »
				Total	100 chevaux.

La Ville devra donc, d'une part :

Restituer avant les travaux	50 chevaux.
» après la mise en train des nouvelles turbines	110 »
» dans un avenir plus ou moins éloigné	100 »
Total	260 chevaux.

Ces différentes forces seront, très probablement, toutes restituées par l'eau sous pression. Un jeu de pompes et une canalisation spéciale, réglée par le réservoir et l'accumulateur déjà décrit, enverront à ces diverses usines de l'eau à une pression de 100m [1]. Cette canalisation pourra être tout-à-fait indépendante de celle de la Ville. Il suffira d'établir dans le chemin de la Coulouvrenière une grosse conduite partant de l'Usine hydraulique, traversant le Rhône en face de l'Usine à gaz et se bifurquant sur la rive droite; à gauche, pour fournir la force aux moulins de Souterre; à droite, aux usines du Creux de Saint-Jean.

Remarquons en passant que cette canalisation au sortir de l'usine serait continuée jusqu'à Bel-Air, où elle se souderait à la grosse colonne de la Cité, pour desservir le haut de la Ville et les Tranchées. Une autre conduite de forte section serait prolongée jusqu'à l'octroi de Rive.

Un litre à la seconde, sous une pression de 100m, donne une force de 100 kgm., soit, avec un rendement de 75 %, un cheval de force. Les pompes devront donc livrer par seconde, sous une pression de 100m, autant de litres d'eau que nous avons de chevaux à restituer; il est nécessaire de prévoir, en sus de ce volume, une certaine quantité d'eau disponible, afin d'être à même de répondre rapidement aux demandes qui pourront se produire.

La quantité d'eau à élever sous 100m de pression peut donc être évaluée :

[1] En exécution, le réseau à haute pression a été établi pour une pression normale de 140m, correspondant au niveau du réservoir de Bessinges.

à 260 litres pour la restitution de force aux usiniers actuels.
et à 240 » comme eau disponible, représentant 240 chevaux, pouvant satisfaire aux premières demandes de forces motrice, représentant ensemble une somme de

500 litres par seconde ou 30,000 litres par minute, qui nécessitent le fonctionnement de 3 turbines de 240 chevaux actionnant des pompes à haute pression. D'autre part, comme la force des usines de St-Jean ne sera restituée que dans un avenir plus ou moins lointain, il suffit, pour une première période, de prévoir l'établissement de deux turbines actionnant des pompes à haute pression qui, jointes aux deux turbines pour pompe à basse pression, représentent les quatre turbines dont l'établissement est prévu pour la première étape des travaux d'utilisation.

Devis comparatifs des trois projets.

Une fois les besoins actuels dûment constatés, nous avons pu établir aussi exactement que possible, soit d'après des forfaits des constructeurs, soit sur des données tirées des meilleures sources, les devis détaillés de tous les travaux à exécuter. (Voir Fascicule III, Annexes Nos 10, 13, 14, 15 et 17.)

Le détail de chaque partie de ces devis se trouve en pièce annexe à la fin de ce Mémoire (Fascicule III); nous nous contenterons donc, Messieurs, de mettre sous vos yeux la récapitulation générale des principaux chapitres de dépenses, de façon à permettre la comparaison des prix des trois projets en présence.

Un premier tableau a été établi pour l'évaluation du coût de la première période, y compris l'établissement des pompes élévatoires et d'un réseau principal de distribution d'eau motrice à haute pression que nous estimons devoir être créé d'emblée. Nous avons majoré de 10 % d'imprévu et de 6 % d'intérêt du capital engagé pendant la période de construction. Nous y avons ajouté également, pour chaque projet, le coût de l'égout collecteur, dont la création est obligée, sans toutefois en déduire l'allocation que nous avons demandée à l'Etat pour l'exécution de ce travail spécial, allocation qui est de Fr. 185,000 pour le projet N° 2 et de Fr. 150,000 pour le projet N° 3, et que nous avons tout espoir d'obtenir.

Il ressort de l'examen de ce premier tableau que les projets Nos 2 et 3 s'équivalent sensiblement en ce qui concerne les dépenses relatives à la création proprement dite des forces motrices du Rhône.

Le projet N° 3 n'est inférieur de Fr. 111,000 à l'autre que par l'économie réalisée sur la construction de l'égout rive droite. Quant au projet N° 1, il peut être dès à présent éliminé, vu son coût.

Le second tableau établit le coût de l'achèvement de l'exécution de ce grand travail par la création de 4,800 chevaux bruts restant disponibles. Là encore le projet N° 3 garde son avantage sur les deux autres. Le coût d'établissement du cheval effectif, compté sur l'arbre de la turbine, se réduit à Fr. 470 seulement, ce qui est un chiffre extrêmement bas. Il atteint Fr. 1,500 pour la première période. Cette différence s'explique par les dépenses considérables nécessitées dès l'abord, et qui profitent à l'ensemble de l'œuvre.

Le troisième tableau est une récapitulation des dépenses totales des deux périodes dans chacune des trois alternatives en présence. L'économie réalisée par le projet N° 3 sur le projet N° 2 atteint Fr. 177,000 en chiffre rond.

TABLEAU COMPARATIF DES DEVIS DE LA PREMIÈRE PÉRIODE

Chapitre	DÉSIGNATION DES OUVRAGES	PROJET N° 1	PROJET N° 2	PROJET N° 3
		Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
1	Draguages	288,000 —	264,000 —	317,100 —
2	Digue séparative et batardeaux	182,816 90	122,107 —	88,384 75
3	Radier des vannes de décharge	19,322 85	19,322 85	19,322 85
4	Digue du canal de fuite	4,065 —	7,575 —	5,252 —
5	Digue noyée	2,553 —	2,978 50	— —
6	Plancher en béton	76,297 90	— —	— —
7	Vannes de décharge	39,060 —	39,060 —	39,060 —
8	Vannes d'introduction	59,255 —	70,986 —	70,986 —
9	Bâtiment des turbines	397,000 —	402,000 —	402,000 —
10	Treuils roulants	11,000 —	11,000 —	11,000 —
11	Turbines et pompes	403,444 40	403,444 40	403,444 40
12	Réservoirs de régularisation	43,160 —	43,160 —	43,160 —
13	Râteliers supplémentaires	9,458 20	7,722 20	7,722 20
14	Conduite d'alimentation	2,345 —	12,050 —	12,060 —
		1,537,778 25	1,465,405 95	1,479,492 20
15	Achat de terrains	430,000 —		
		1,967,778 25	1,465,405 95	1,479,492 20
16	Canalisation nouvelle	193,767 —	193,767 —	193,767 —
17	Passerelle de Souterre	10,000 —	10,000 —	— —
18	Restitution de forces motrices	20.000 —	20,000 —	40,000 —
	Total	2,191,545 25	1,689,172 95	1,713,259 20
	Imprévu 10 %	219,154 50	168,917 30	171,325 90
		2,410,699 75	1,858,090 25	1,884,585 10
	Intérêt moyen pend^t la période de construction 6 %	144,642 —	111,485 40	113,075 10
		2,555,341 75	1,969,575 65	1,997,660 20
19	Égouts	351,100 —	288,600 —	149,550 —
20	Route du Stand	185,000 —		
	Total	3,091,441 75	2,258,175 65	2,147,210 20

TABLEAU COMPARATIF DES DEVIS DE LA DEUXIÈME PÉRIODE

(4,800 CHEVAUX BRUTS) 3,300 CHEVAUX EFFECTIFS

Chapitres	DÉSIGNATION DES OUVRAGES	PROJET N° 1	PROJET N° 2	PROJET N° 3
		Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
1	Draguages	289,800 —	330,000 —	200,000 —
2	Vannes d'introduction	59,255 —	50,000 —	50,000 —
3	Bâtiment des turbines	549,000 —	567,860 —	567,860 —
4	16 turbines à … Fr. 27,000 —	432,000 —	432,000 —	432,000 —
5	14 râteliers à … » 3,360 —	47,040 —	47,040 —	47,040 —
6	Passerelles de service	7,015 —	7,015 —	7,015 —
7	2 moteurs pour les vannes	3,000 —	3,000 —	3,000 —
8	Digue du canal de fuite (2e période)	— —	20,200 —	20,200 —
9	Plancher en béton	53,000 —	— —	— —
10	Restitution de forces	30,000 —	30,000 —	10,000 —
	Total	1,470,110 —	1,487,115 —	1,427,115 —
	Imprévu 10 %	147,011 —	148,711 50	142,711 50
		1,617,121 —	1,635,826 50	1,569,826 50

Récapitulation des dépenses totales pendant les deux périodes

	PROJET N° 1	PROJET N° 2	PROJET N° 3
	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Première période	3,091,441 75	2,258,175 65	2,147,210 20
Deuxième période	1,617,121 —	1,635,826 50	1,569,826 50
Total	4,708,562 75	3,894,002 15	3,717,036 70

Nota. — Les dépenses de la 2e période ne comprennent que la création de la force rendue disponible sur l'arbre des turbines, le coût de la transmission hors du bâtiment non compris.

Il n'est pas tenu compte des intérêts pendant le terme de construction de la deuxième période qui, très vraisemblablement, s'exécutera en plusieurs fois au fur et à mesure des besoins.

Il résulte des devis ci-dessus que, déduction faite des frais de construction de l'égout, dont la valeur ne doit pas charger le compte d'Utilisation des forces motrices du Rhône, le coût d'installation de la première période peut être évalué, en chiffre rond, à la somme de deux millions pour les projets N°s 2 et 3.

Recettes probables du service des eaux à l'achèvement des installations de la première période soit en 1886.

Nous basant sur les chiffres ci-dessus, nous avons, dès maintenant, certains éléments qui nous permettent d'établir d'une façon approximative quelles seront les conséquences financières de l'installation projetée, au point de vue du budget de la Ville.

Il est nécessaire de rechercher tout d'abord quelle est l'augmentation normale probable de la vente des eaux ménagère et industrielle ; nous avons, pour nous en faire une idée, des données précieuses dans le tableau ci-dessous.

Etat comparatif de l'augmentation des recettes du service des eaux

PENDANT LES ANNÉES 1873-1882

ANNÉE	EAU MÉNAGÈRE		EAU MOTRICE ET INDUSTRIELLE		PRODUIT TOTAL DES RECETTES DU SERVICE DES EAUX
	PRODUIT ANNUEL	AUGMENTATION annuelle	PRODUIT ANNUEL	AUGMENTATION annuelle	
	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
1873	108,402 35	6,328 10	10,139 80	9,012 10	118,542 15
1874	116,191 50	7,789 15	18,717 70	8,577 90	134,909 20
1875	124,853 25	8,656 75	27,175 40	8,457 70	152,028 65
1876	131,442 10	6,588 85	31,549 35	4,373 95	162,991 15
1877	139,389 95	7,947 85	35,809 35	4,260 —	175,199 30
1878	146,376 50	6,986 55	40,225 70	4,416 35	186,602 20
1879	152,194 15	5,817 65	40,460 25	234 55	192,654 40
1880	155,251 20	3,057 05	46,913 55	6,453 30	202,164 75
1881	163,122 20	7,871 —	51,031 40	4,117 85	214,153 60
1882	169,322 50	6,200 30	51,349 20	317 80	220,671 70
		67,243 25		52,221 50	

Moyenne de l'augmentation annuelle du produit des concessions industrielles..... Fr. 5,222 15
id. id. id. ménagères...... » 6,724 30

Moyenne générale......... » 11,946 45

soit Fr. 12,000 en chiffre rond.

Il résulte de ce tableau que, en appliquant la moyenne ci-dessus aux années 1883, 1884, 1885 et 1886, cette dernière année pouvant être considérée comme la première année normale de la nouvelle exploitation, l'augmentation des recettes *Eau ménagère* atteindra, au bout de cette période de quatre ans, Fr. 26,897 20, correspondant à 560 concessions nouvelles d'un litre à la minute. La vente totale d'eau ménagère s'élèvera donc à Fr. 189,060 55, au lieu de Fr. 162,163 35 en 1882. L'augmentation des recettes *Eaux motrice et industrielle* pour la petite industrie atteindra Fr. 20,888 60, portant la vente totale en 1886 à Fr. 72,559 35, au lieu de Fr. 51,670 75 en 1882. La recette du compte *Entretien des concessions*, qui s'est élevée à Fr. 8,000 pour 1872, atteindra Fr. 10,000 par le fait des cinq cents et quelques nouvelles concessions payant chacune Fr. 4.

A ces trois causes d'augmentation viendront s'en ajouter deux autres, savoir : 1° Le *prix payé par les usiniers* pour la force qui leur sera restituée. Cette force sera de 160 chevaux environ pour la première période, et le prix peut être évalué en moyenne à Fr. 55 par cheval et par an (du moins c'est sur cette base que la Ville a déjà traité avec un des principaux usiniers). La recette de ce chef s'élèvera donc à Fr. 8,800 environ. 2° Les recettes provenant de la *Force motrice à distribuer aux industries* actuellement existantes dans la Ville ou sa banlieue, et qui ont manifesté la volonté de renoncer à leurs machines à vapeur aussitôt que la Ville se trouvera à même de fournir la force à bon marché.

Nous pouvons compter de ce chef sur une vente immédiate de 80 chevaux au moins à trois sociétés industrielles, ce qui, sur la base de Fr. 225 par cheval et par an, correspond à une recette nette de Fr. 18,750. Le total des augmentations de recettes provenant des cinq rubriques ci-dessus s'élève à Fr. 77,335 80, ce qui porte les recettes totales de 1886 à Fr. 299,169 90, au lieu de Fr. 221,834 10 en 1882.

Si nous passons au chapitre des dépenses comparées des années 1882 et 1886, nous avons à tenir compte d'abord de l'*Intérêt et de l'Amortissement* de l'emprunt que la Ville aura à faire pour l'exécution de ses installations.

Les frais totaux de la première période étant devisés à Fr. 2,000,000, et la Ville ayant emprunté tout récemment à un taux équivalent à 5 $^1/_4$ % y compris l'amortissement annuel de son emprunt, les frais d'intérêt et d'amortissement s'élèveront en 1886 à Fr. 105,000 ; cette rubrique des dépenses n'a naturellement pas de contre-partie en 1882.

Les *Traitements* se sont élevés en 1882 à Fr. 8,900. Il est à prévoir une augmentation de ce chef, aussi portons-nous à Fr. 10,000 la dépense de 1886. Il est probable que les *Frais généraux*, qui se sont élevés à Fr. 4,184 95 en 1882, suivront aussi une marche progressive proportionnelle à l'augmentation des recettes, aussi prévoyons-nous Fr. 4,500 pour 1886.

L'*Entretien des Bâtiments* a coûté Fr. 1,747 65 en 1882. Nous avons admis un chiffre égal de Fr. 1,750 en 1886, quoique les bâtiments que nous aurons alors à entretenir seront entièrement neufs. (Les bâtiments actuels de l'ancienne Machine hydraulique seront disponibles pour d'autres usages, et il y aurait encore lieu de tenir compte de leur valeur locative.)

L'*Entretien du Barrage* sur les deux bras du Rhône s'est élevé en 1882 à Fr. 3,331 25. Le barrage n'existera plus que sur un seul bras en 1886. La dépense sera réduite de moitié. Elle est donc estimée pour 1886 à Fr. 1,700.

L'*Entretien des Pompes et Turbines* dans l'ancienne machine a coûté en 1882 Fr. 15,596. Cette rubrique correspond aux frais de surveillance, d'entretien, de graissage et de réparation des quatre systèmes de pompes établies actuellement dans l'ancienne Machine hydraulique. Les frais analogues afférents à la nouvelle installation seront sensiblement les mêmes pour les quatre turbines et leurs pompes ; l'on peut donc admettre pour 1886 une somme égale, soit Fr. 15,596.

La rubrique « *Entretien des pompes à vapeur* », qui se montait à Fr. 29,295 50 en 1882 disparaîtra entièrement du budget de 1886, puisque cette dépense correspond aux frais de charbon, de surveillance et de graissage des machines à vapeur, qui deviendront sans emploi, sauf accident imprévu.

L'*Entretien des Concessions* a coûté, en 1882, Fr. 9,835 10, dépassant de Fr. 1,835 10 les recettes correspondantes. Cette anomalie provient de ce que l'année 1882 a été la première pendant laquelle la Ville s'est chargée à forfait de l'entretien des concessions sur le domaine public. Cette nouvelle obligation a nécessité une revision complète de toutes les concessions existantes. revision qui a été supportée en entier par le budget de 1882. Dès cette année, c'est-à-dire pour 1883, la dépense de ce chef ne dépassera pas Fr. 5,000, et l'on peut prévoir pour 1886 une dépense maximum de Fr 7,000.

Enfin l'*Entretien de l'Outillage*, Fr. 489 75 en 1882, peut être évalué au même chiffre, soit Fr. 500 en chiffre rond pour 1886.

Il résulte de ces différentes augmentations et réductions dans le budget des dépenses une augmentation finale, pour 1886 sur 1882, de Fr. 72,665 80, ce qui portera la dépense de 1886 à un total de Fr. 146,046, au lieu de Fr. 73,380 20 en 1882.

La recette nette de 1882 ayant été de Fr. 148,453 90, celle de 1886 atteindra donc Fr. 153,123 90. laissant un boni de Fr. 4,670 — l'intérêt et l'amortissement des frais d'installation une fois payés (voir le tableau à la page suivante).

Il ressort des chiffres ci-dessus que le budget de la Ville de Genève ne sera très probablement pas grevé, dès la première année d'exploitation, par l'utilisation des forces motrices du Rhône. La Ville aura, d'autre part, des ressources importantes en perspective, d'abord dans les quelques cents chevaux encore disponibles dès la première période et pour lesquels tous les frais d'installation seront déjà faits; ensuite dans les quelques mille chevaux dont la création ne coûtera plus guère que Fr. 470 par cheval, au lieu de Fr. 1,500 qu'auront coûté les 840 chevaux effectifs créés dès l'origine.

Messieurs,

En terminant notre Rapport, nous avons à remercier tous nos collaborateurs dans cette longue étude que nous avons dû presser outre mesure, afin de pouvoir mettre encore à profit la prochaine saison d'hiver pour le commencement des travaux.

Les autorités compétentes, sur le vu des données contenues dans ce Rapport, auront à déterminer, quel est celui des trois projets en présence qui doit être préféré.

En effet, la décision définitive peut dépendre de considérations générales qui sortent du domaine purement technique et financier dans lequel nous avons cherché à nous maintenir.

En tout cas, quelle que soit la solution donnée, il ne pourra plus exister de doute, dans l'esprit de tous ceux qui liront avec attention ce mémoire, sur la haute opportunité qu'il y a pour la Ville, à mettre sans aucun retard la main à l'œuvre.

Le Président de la Commission technique :

Th. TURRETTINI,

Conseiller administratif.

A ce rapport étaient jointes les pièces annexes suivantes :

TEXTE

1. Lettre, en date du 12 mai 1883, adressée au Conseil d'Etat, pour demander la concession de la force motrice du Rhône à Vernier.
2. Convention, en date du 25 décembre 1882, entre la Ville de Genève et Messieurs les Usiniers du Rhône pour l'estimation de leurs forces hydrauliques.
3. Convention, en date du 31 octobre 1882, entre la Ville de Genève et les propriétaires des terrains de la Jonction pour le dépôt des draguages.
4. Rapport présenté au Conseil administratif sur la manière d'exécuter les draguages, par M. J. Chappuis, ingénieur.
5. Devis approximatif du matériel nécessaire pour effectuer les draguages dans le lit du Rhône.
6. Concours des machines pour l'Utilisation des Forces du Rhône. Soumissions et devis.
7. Rapport du Jury sur le Concours des machines.
8. Comparaison des prix des appareils mécaniques par cheval utile, employé au service des pompes.
9. Note annexée au rapport présenté par les Experts.
10. Devis définitif, fourni par MM. Escher, Wyss & Cie, à Zurich, pour l'installation de turbines et de pompes.
11. Troix tableaux comparatifs, extraits de Beringer, sur le rendement, le prix d'installation et le prix de revient par cheval, pour différentes forces, transmises à des distances variables, par divers moyens de transmission.
12. Série de prix adoptée pour l'Entreprise de l'Utilisation des Forces motrices du Rhône.
13. Devis détaillé des travaux : *A* pour la première période.
    » » *B* id. seconde id.
14. Devis de la charpente en fer des bâtiments et des passerelles.
15. Devis de la maçonnerie en élévation du Bâtiment des turbines.
16. Devis détaillé des canalisations nouvelles à haute pression.
17. Annexe au rapport spécial du 4 janvier 1883, sur les conditions d'écoulement dans la première sous-période, par A. Achard, ingénieur.

PLANCHES

18. 3 plans de situation à l'échelle de $^1/_{1000}$ représentant:
    a) Le projet N° 1 sur le bras gauche, avec le Bâtiment des turbines sur terre ferme;
    b) Le projet N° 2 sur le bras gauche, avec le Bâtiment sur le Rhône;
    c) Le projet N° 3 sur le bras droit, avec le Bâtiment sur le Rhône;
19. Un plan au $^1/_{100}$ représentant le Bâtiment des turbines et des pompes, en plan, coupes et élévation.
20. Tableau graphique indiquant par des courbes le coût annuel du cheval-vapeur et du cheval-hydraulique à Genève.
22. A ce mémoire étaient joints en manuscrit :
    1° Un album contenant :
    a) Le plan au $^1/_{2000}$ du cours du Rhône du Port à la Jonction, avec l'indication des emplacements des profils en travers ;

b) Un plan donnant les profils en long du Thalweg du Rhône, avant et après les draguages ;

c) 19 feuilles représentant 89 profils en travers du Rhône.

2° Un portefeuille contenant :

Plans du Concours, savoir :

PROJET TURNBULL, trois feuilles	Plan général de situation. Disposition des turbines et transmissions. Plan des turbines et pompes
PROJET J.-J. RIETER & C°, trois feuilles	Plan général de situation. Installation des turbines et transmissions. Vannage du déversoir.
PROJET TH. BELL & C°, neuf feuilles, trois projets	Plan général de situation. Projet 1. Plan des dispositions des turbines et pompes. » 2. Elévation et coupes du bâtiment des turbines. / Plan du bâtiment des turbines. » 3. Variante des transmissions. Divers : Plan des vannes d'entrée. / Plan des vannes de décharge. / Plan des deux vannes d'entrée et des réglages des turbines. / Plan d'un régulateur avec son débrayage automatique.
PROJET ESCHER, WYSS & C°, huit feuilles, deux projets	Projet A : Plan général de situation. Elévation, coupe et plan du bâtiment des turbines. Coupe et plan du bâtiment projeté sur la digue séparative. Projet B : Plan général de situation. Coupe et plan du bâtiment des turbines. Projets A et B : Projet des vannes de décharge. Id. d'introduction. Installation de la transmission télo-dynamique.
PLAN DÉFINITIF PRÉSENTÉ PAR MM. ESCHER, WYSS & C°	1° Coupe transversale du bâtiment des turbines. 2° Plan et coupe longitudinale partiels du bâtiment des turbines. 3° Disposition de quatre réservoirs d'air.

Deux feuilles représentant l'étude d'une passerelle sur le Rhône, destinée à supporter une canalisation desservant les usines de Souterre et de Saint-Jean.

Plan d'ensemble et plan de détails.

Une feuille représentant une étude de barrage à vannettes pour le bras droit du Rhône.

Un plan de la Ville de Genève avec l'indication des conduites projetées pour la canalisation à haute pression.

Un plan indiquant le tracé des égouts collecteurs sur les deux rives du Rhône.

ÉTAT COMPARATIF DES RÉSULTATS GÉNÉRAUX DU SERVICE DES EAUX EN 1882 ET 1886

1882

RECETTES

a) Eau ménagère	Fr.	162,163 35	
b) Eau motrice au-dessous de quatre chevaux	»	51,670 75	
c) Entretien des concessions	»	8,000 —	
			Fr. 221,834 10

DÉPENSES

g) Traitements	Fr.	8,900 —	
h) Frais généraux	»	4,184 95	
i) Entretien des bâtiments	»	1,747 —	
k) » du barrage	»	3,331 25	
l) » des pompes et turbines	»	15,596 —	
m) » des pompes à vapeur	»	29,295 50	
n) » des concessions	»	9,835 10	
o) » de l'outillage	»	489 75	
			» 73,380 20

Recette nette en 1882....... Fr. 148,453 90

1886

RECETTES PROBABLES

a) Eau ménagère	Fr.	189,060 55	
b) Eau motrice au-dessous de quatre chevaux	»	72,559 35	
c) Entretien des concessions	»	10,000 —	
d) Indemnité pour restitution de forces aux usiniers	»	8,800 —	
e) Eau motrice au-dessus de quatre chevaux	»	18,750 —	
			Fr. 299,169 90

DÉPENSES PROBABLES

f) Intérêt et amortissement, 5 1/4 % sur Fr. 2,000,000	Fr.	105,000 —	
g) Traitements	»	10,000 —	
h) Frais généraux	»	4,500 —	
i) Entretien des bâtiments	»	1,750 —	
k) » du barrage	»	1,700 —	
l) » des pompes et turbines	»	15,596 —	
m) » des pompes à vapeur	»	— —	
n) » des concessions	»	7,000 —	
o) » de l'outillage	»	500 —	
			» 146,046 —

Recette probable nette en 1886... ... Fr. 153,123 90

Augmentation probable des Recettes nettes en 1886....... Fr. 4,670

Description sommaire des travaux projetés (Projet n° 2)

A. Première période

(Voir pour description détaillée Fascicule III, Annexe XIII)

I. DRAGUAGES

Les draguages de la première période du projet N° 2 comprenaient:

1° Le draguage du bras gauche du Rhône, depuis le pont de la Machine jusqu'au profil N° 50, situé vers les moulins Pélaz, à la Coulouvrenière.

2° Le draguage total du fleuve, du profil N° 50 au profil N° 66, situé à l'aval des moulins de Souterre. Le cube de ces draguages était évalué à 110,000 mètres, et le coût à

110,000 × 2.40 = Fr. 264,000 —

II. DIGUE SÉPARATIVE

Cette digue devait diviser le Rhône en deux bras, à partir de l'Ile jusqu'au droit du bâtiment des turbines. Son couronnement devait être placé à l'altitude PN — 1m,35.

Elle pouvait être construite soit en béton, soit avec les matériaux provenant du draguage du bras gauche.

L'épaisseur de la digue en béton devait être suffisante pour résister à la poussée de l'eau dans deux hypothèses, savoir :

1° Dans le canal d'amenée, lorsque le niveau de celui-ci serait à la cote maximum PN — 1,35, en supposant le bras droit complètement à sec.

2° Dans le canal de fuite, lorsque le niveau de celui-ci serait à la cote minimum PN — 5,70, en supposant le niveau dans le bras droit à la cote PN — 2,20, correspondant au maximum de débit.

1er Cas. La poussée horizontale 12,250 kil., due à une retenue de 4m,95, donne un moment de renversement de 20,212.

La digue, avec une hauteur de 5,95, une largeur de 2m,50, en prenant la densité du béton égale à 2,000 kil., donne pour moment de stabilité : 37,187.

De sorte que le volume du mur par mètre courant, avec une fondation de 1m,50, devait être de 18m,625.

2me Cas. Le moment de renversement pour une colonne d'eau de 4m,20 et un prisme de terre de 2m,30 de hauteur, surchargé du poids de la colonne d'eau de 4m,20, est 34,494, et la poussée horizontale, 11,205 kil., qui le produit, a son point d'application à 3m,08 de la base.

Le volume du mur par mètre courant, avec une fondation de 1m,50, devait donc être de 22m,125.

Le massif de béton composant la digue devait être coulé dans une enceinte de pieux et palplanches. Les pieux seraient espacés de 2 mètres et auraient une fiche d'au moins 3 mètres au-dessous du niveau des fondations de la digue, et les palplanches auraient aussi 2 mètres de fiche.

L'emplacement de la digue serait dragué jusqu'à la cote des fondations, et les talus de

l'excavation étaient supposés inclinés à 45°. La cote moyenne du sol naturel était supposée PN — 4,50.

Il résultait de ces considérations que :

Dans le canal d'amenée, les pieux auraient $10^{m},45$, et les palplanches $9^{m},45$ de longueur.

La surface de la cuvette serait $\frac{2}{9{,}10, \quad 2{,}50} \times 3{,}30 = 19{,}^{m}14$

Dans le canal de fuite, les pieux auraient $11^{m},85$, et les palplanches $10^{m},85$ de longueur.

La surface de la cuvette serait $\frac{2}{11{,}90 \quad 2{,}50} \times 4{,}70 = 33^{m},84$.

Le projet nécessitait la construction d'une digue de 150 mètres, limitant seulement le canal d'amenée, et dont le devis détaillé atteignait Fr. 597,85 par mètre courant, soit pour 150 mètres Fr. 89,677,50.

La digue en terre aurait eu trois mètres de largeur en couronne, et se serait terminée de chaque côté par un talus incliné à 3 de base pour 2 de hauteur. Ces talus eussent été revêtus d'un perré en pierres sèches reposant à la base sur une file de pieux et palplanches moisés. A l'endroit des vannes de décharge, cette digue se serait terminée par un mur circulaire, dont le couronnement serait venu se raccorder avec la surface des perrés.

Le volume du mètre courant de digue s'établissait avec une approximation suffisante, en admettant PN — 4,90 comme altitude moyenne du fond. La hauteur qui en résultait était $4^{m},54$, et la base aurait eu $16^{m},62$ de largeur.

La surface des perrés était égale à la hauteur réelle du couronnement de la digue au-dessus du fond du canal qu'elle limitait, multipliée par $1^{m},80$, représentant l'hypothénuse d'un triangle rectangle de 1 $^{1}/_{2}$ de base et de 1^{m} de hauteur.

Cette surface était par conséquent :

Pour le bras droit . . . . $5{,}92 \times 1{,}80 = 10^{m},656$

» canal d'amenée . . . $4{,}90 \times 1{,}80 = 8^{m},82$

La file de pieux et palplanches soutenant le pied des perrés du côté du bras droit, devait être formée par la paroi inférieure du batardeau longitudinal, dont le prix par mètre courant était devisé à Fr. 30. 80.

Le prix du mètre courant de digue en terre ressortait à Fr. 308. 05.

Le coût de la digue en terre, y compris le mur terminal, était devisé à . . Fr. 43,954. 50

BATARDEAUX

Pour construire les fondations des bâtiments des turbines et le radier des vannes de décharge, ainsi que pour la construction des perrés dans le cas d'une digue en terre, il fallait établir une enceinte en batardeaux, que l'on épuiserait à l'intérieur.

L'enceinte devait se composer dans les trois projets : d'un batardeau longitudinal, s'étendant de la pointe aval de l'Ile à l'aval des bâtiments des turbines, et de trois batardeaux transversaux situés, le premier à l'amont du pont de la Machine, le second à l'aval de l'emplacement des vannes de décharge, et le troisième, qui se relierait avec le batardeau longitudinal, à l'aval du bâtiment des turbines.

Chaque batardeau devait être formé par deux files parallèles de pieux et palplanches moisés destinés à contenir la terre de remplissage. Les moises seraient placées à l'altitude PN — $3^{m},00$. Les pieux auraient 2 mètres de fiche et les palplanches $2^{m},50$ de fiche en dessous du niveau du

fond du bras droit régularisé, en sorte que la longueur des premiers serait 6m,50, et celle des seconds 6m,00.

La largeur du batardeau longitudinal était calculée pour une retenue de 2m,00.

La largeur des batardeaux transversaux était calculée pour une retenue de 3 mètres.

Le prix du mètre courant de batardeau devait être :

BATARDEAU LONGITUDINAL

Terre à batardeau, à 2m,00 à Fr. 6	Fr. 12 —
Charpente et battage	» 125 05
Prix du mètre courant	Fr. 137 05

BATARDEAU TRANSVERSAL

Terre à batardeau, 4m,50 à Fr. 6	Fr. 27 —
Charpente et battage	» 125 05
Prix du mètre courant	Fr. 152 05

Le prix des batardeaux était donc :

Digue en terre.	Batardeau longitudinal, 365m à Fr. 137 05	Fr. 30,151 —
	Batardeaux transversaux, 185m à » 152 05	» 28,129 25
		Fr. 78,152 50
Digue en béton.	Batardeau longitudinal, 220m à Fr. 137 05	Fr. 30,151 —
	Batardeaux transversaux, 185m à » 152 05	» 28,129 25
		Fr. 58,280 25

En résumant le prix de la digue et des batardeaux dans chaque cas, on avait :

	DIGUE EN BÉTON	DIGUE EN TERRE
Digue proprement dite	89,677 50	43,954 50
Batardeaux	58,280 25	78,152 50
	147,957 75	122,107 —

Il résultait de cette discussion que la digue en terre devait être préférée comme coût à la digue en béton. Toutefois, sur les conseils ultérieurs de M. l'ingénieur Burkli-Ziegler, la digue fut exécutée en béton.

III. RADIER DES VANNES DE DÉCHARGE

Ce radier devait être composé de 6 files de pieux et palplanches moisés, battues parallèlement à l'axe de la digue, avec un écartement de 4m,50. L'intervalle entre chaque file serait rempli par un grillage composé de 3 cours de longrines, reliées par des traversines s'assemblant à mi-bois sur les premières, et espacées de 1 mètre. Le tout devait être recouvert d'une plateforme en planches jointives de 0m,05 d'épaisseur.

Les fermettes appuyant les vannes de décharge seraient encastrées dans deux massifs de béton, coulés le long des deux files centrales de pieux et palplanches. Les sections de ces massifs étaient 1m,50 et 1m,20.

Il fallait aussi comprendre dans le devis du radier, la construction d'un mur limitant la passe des vannes de décharge du côté de l'île.

Le devis du radier des vannes de décharge s'élevait à . . . . Fr. 19,322 85

IV. DIGUE DU CANAL DE FUITE

Cette digue devait faire suite à la digue séparative. Elle devait être construite en pieux et palplanches moisés à la partie supérieure. Les pieux seraient espacés de deux mètres. Tous les quatre mètres, cette digue serait appuyée, du côté du canal de fuite, par une contre-fiche fixée d'une part au pieu correspondant de la digue, et d'autre part à un pieu de retenue battu à deux mètres de la paroi. Le devis de la digue du canal de fuite était de . . . . . . Fr. 7.575 —

V. DIGUE NOYÉE

Comme le canal de fuite devait être dragué à un niveau plus bas que le bras droit, il fallait construire, une digue pour empêcher le sol du bras droit de s'ébouler dans le canal de fuite. Cette digue était estimée à . . . . Fr. 2,978 50

VI. VANNES DE DÉCHARGE

La hauteur maximum de retenue devait être de $3^m,90$. Les dimensions d'une vanne étaient $1,50 \times 3,25 = 4^m,875$. En supposant que la pression de l'eau soit uniformément répartie sur cette surface, elle serait $1,5 \times 3,25 \times 3.15 \times 1000 = 15.356$ kilos.

Chaque vanne étant armée d'un poinçon et de deux tirants, le moment de flexion maximum serait $\frac{4}{15,356} \cdot \frac{8}{3,25} = 1560$

DEVIS DES VANNES DE DÉCHARGE

Fers, 45,000 kilos à Fr 0,80	Fr. 36,000 —
Bois, $15^{m^3},50$ à Fr. 120	» 1,860 —
Moteur	» 1,200 —
	Fr. 39,060 —

VII. VANNES D'INTRODUCTION

Ces vannes, établies à l'entrée des chambres des turbines, devaient résister à une hauteur maximum d'eau de $3^m,20$. Les dimensions d'une vanne étant de $1^m,20$ de hauteur et $2^m,75$ de largeur, la pression supposée uniformément répartie sur la surface sera : $1.20 \times 2.75 \times 2.6 \times 1000 = 8580$ kil.

Le cube des bois employés pour chaque double vanne était $3^m,52$.

PRIX D'UNE VANNE D'INTRODUCTION

Fers, 6000 kilos à Fr. 0,80	Fr. 4,800 —
Bois, $3^m,52$ à Fr. 120	» 422 40
	Fr. 5.222 40

BATARDEAUX DES CHAMBRES DES TURBINES

En cas de réparations, chaque chambre de turbine devait pouvoir être épuisée. Ce résultat devait être obtenu en établissant des batardeaux formés de deux rangs de poutrelles, laissant un intervalle qui serait rempli par de la terre argileuse.

Du côté du canal d'amenée, l'une des parois du batardeau serait formée par les vannes d'introduction.

Du côté du canal de fuite, il faudrait établir deux cloisons. Dans ce cas, la hauteur maximum de retenue était 5^m, et en considérant que sur une surface ayant 1^m de hauteur, à partir du fond,

la pression fût uniformément répartie, la charge par mètre superficiel était 4,500 ; ce qui donnait pour une portée de 5m,50, un moment de flexion = 17,000.

Comme il y avait deux rangs de poutrelles, l'épaisseur de chacune d'elles devait être 0m,20.

Il fallait avoir une quantité de poutrelles suffisante pour pouvoir établir quatre batardeaux, de sorte que le cube de bois correspondait à une dépense de Fr. 2860.

Le projet prévoyait la construction de 10 vannes d'introduction complètes. Six de ces vannes seraient placées à l'entrée des chambres construites dans la 1re période, les quatre autres fermeraient les quatre premières chambres de turbines à établir dans une 2me période.

Le devis des vannes d'introduction se résumait comme suit :

10 vannes complètes à Fr. 5,748	Fr. 57,480 —
10 vannes provisoires à Fr. 978 80. . . .	» 9,788 —
Poutrelles de batardeaux, 57m³,20 à Fr. 65 .	» 3,718 —
	Fr. 70,986 —

VIII. BATIMENT DES TURBINES

Le projet prévoyait la construction complète d'un bâtiment pouvant renfermer 6 turbines et la construction des fondations d'un bâtiment en retour d'équerre avec le précédent, qui devrait contenir 14 turbines. Ces fondations consistaient dans la construction des avant-becs et des arrière-becs des piles séparatives des chambres, de manière à pouvoir établir ultérieurement les batardeaux qui permettraient de placer de nouvelles turbines.

Le cube de béton à employer était :

7 chambres de turbines, à chacune 960 m³	M³ 6,720
Massif d'angle, y compris fondation des réservoirs	» 1,820
Fondation de 14 chambres de turbines, à 270 m³	» 3,780
Construction complète de 3 piles séparatives, 3 × 150 m³	» 450
	M³ 12,770

DEVIS DU BATIMENT

Béton, 12,770 m³ à fr. 20	Fr. 255,400
Murs de façade	» 111,600
Charpente métallique	» 95,000
Total. . .	Fr. 462,000

Dans le projet, il y avait une passerelle longeant le bâtiment et placée au-dessus du râtelier des turbines. Cette passerelle, qui devait avoir 1m,20 de largeur, était devisée fr. 375 — par travée de 7 mètres. A l'intérieur, une passerelle de 1 mètre de largeur permettrait la visite des pivots supérieurs des turbines.

IX. TREUILS ROULANTS

Les 3 treuils roulants destinés au service des turbines étaient estimés . . . *Fr. 11,000,* à savoir :

2 treuils de 9m,00 de portée	et 4,500 kil. de force,	à Fr. 4,000 l'un	Fr. 8,000 —
1 » 5m,00 »	4,500 kil.	» 3,000 »	» 3,000 —
			Fr. 11,000 —

X. TURBINES ET POMPES

Le prix d'installation d'une turbine avec les pompes élévatoires, le râtelier d'entrée et les passerelles de service, s'élevait à :

Turbines	Fr.	27,000 —
Pompes	»	45,000 —
Réservoirs d'air et de refoulement	»	25,000 —
Râtelier	»	3,360 —
Passerelles	»	501 10
	Fr.	100,861 10

Pour quatre turbines et accessoires, la dépense devait être 4 × 100,861 10

= *Fr. 403,444 40*

XI. RÉSERVOIRS DE RÉGULARISATION

Ces réservoirs, au nombre de quatre devaient être placés dans le bâtiment des turbines, à l'extrémité des deux conduites de refoulement; leur prix était de. . . . . . . Fr. 41,660 —

Les vannes d'introduction devaient être mues par une turbine tangentielle de » 1,500 —

Fr. 43,160 —

XII. RATELIERS SUPPLÉMENTAIRES

Il fallait ajouter à la dépense d'établissement de quatre turbines, le coût de deux râteliers d'entrée et des passerelles pour les deux chambres qui ne seraient pas occupées par des turbines.

De sorte que la dépense de ce chef atteignait. . . . . Fr. 7,722 20

XIII. CONDUITE D'ALIMENTATION

Pour alimenter le puisard des pompes élévatoires, il fallait prendre l'eau dans la conduite qui alimentait l'Usine hydraulique de la Coulouvrenière. La conduite de raccordement devait avoir le même diamètre que la conduite existante, soit un diamètre intérieur de 650mm; elle serait en tôle de 7mm.

Elle aboutirait à un tuyau de 1m,00 de diamètre intérieur, noyé dans la première pile séparative de rive.

Le coût de la conduite était de. . . . . Fr. 12,050

XIV. CANALISATION NOUVELLE

Cette canalisation était devisée comme suit (voir détails Fascicule III, Annexe XVI) :

5,215m de canalisation, de diamètres divers	Fr.	176,152 —
Vannages correspondants 10 %	»	17,615 —
	Fr.	193,767 —

XV. PASSERELLE DE SOUTERRE

Cette passerelle devait être établie vers le profil 60, au-dessus des Moulins, pour soutenir la conduite qui restituerait la force aux moulins de Souterre. Cette passerelle n'a pas été cons-

truite ; on a trouvé plus simple de passer par le pont de la Coulouvrenière avec la conduite maîtresse.

Elle était devisée à . . . . Fr. 10,000

XVI. RESTITUTION DES FORCES MOTRICES

La dépense pour restituer la force aux usines situées sur les deux rives du Rhône s'évaluait comme suit :

1 turbine de	50 chevaux		sous 100^{m} de pression.
1 »	60 »		
1 »	30 »		sous 50^{m} de pression.
2 » ensemble	20 »		
	160 chevaux	Fr. 20,000 —	

XIX. EGOUTS

Le coût des égouts se détaillait comme ci-après :

(Egout Rive gauche dans le Rhône : Place du Rhône — Place des Volontaires)

Tronçon :	Pl. du Rhône, rue de Hollande, Profil C mod., 390^{m} à Fr. 315 —	Fr. 122,850 —
	Cheminées, 4 à Fr. 200.	» 800 —
Tronçon :	Place de Hollande, place de la Poste, Profil D, 90^{m} à Fr. 400 —	» 36,000 —
	Cheminée, 1 à Fr. 400	» 400 —
Tronçon :	Pl. de la Poste — Usine hydraulique, Profil D, 165^{m} à Fr. 450 —	» 74,250 —
	Cheminées, 2 à Fr. 500	» 1,000 —
Tronçon :	Usine hydraulique. — Place des Volontaires, Profil D modifié, 177^{m} à Fr. 300	» 53,100 —
	Cheminée, 1 à Fr. 200	» 200 —
	Total . . .	Fr. 288,600 —

Description sommaire des travaux restant à exécuter dans la seconde période

I. DRAGUAGES

Les draguages opérés dans la 1re période étant de 110,000 mètres cubes, et 20,000 mètres cubes restant à draguer pour la régularisation, le solde des draguages à faire pour la 2me période serait de 165,000 à Fr. 2,00, représentant une somme de. . . . . Fr. 330,000 —

Dix vannes seraient également à exécuter, toutefois sans les parties fixes ayant été déjà exécutées dans la première période ; la dépense pour la 2me période ne serait plus que de Fr. 5,000 par vanne, soit pour 10 vannes . . . . Fr. 50,000 —

III. BATIMENT DES TURBINES

Il restait à exécuter dans la 2me période, en ce qui concerne les *fondations :*

Achèvement de 14 chambres de turbines 9,210^{m3}

Achèvement du massif d'angle. . . . 773^{m3}

9,983^{m3} à Fr. 20 . . *A reporter* = Fr. 199,660 —

Report.	Fr. 199,660 —
En ce qui concerne les *maçonneries des bâtiments*.	
16 travées à 7m, à Fr. 10,200 par travée	» 163,200 —
Une façade postérieure	» 15,000 —
En ce qui concerne les *poutraisons en fer et la toiture* : 112m de poutraisons et toiture.	» 190,000 —
Total	Fr. 567,860 —

IV. TURBINES

16 turbines de 300 chevaux bruts, pris sur l'arbre de la turbine, à Fr. 27,000 par turbine . . . . Fr. 432,000 —

V. RATELIERS

14 râteliers en fer, à Fr. 3,360. . . . . Fr. 47,040 —

VI. PASSERELLES DE SERVICE

14 travées de passerelles, à Fr. 501. 10 . . . . Fr. 7,015 —

VII. MOTEURS POUR LES VANNES

2 turbines de 8 chevaux. Fr. 3,000 —

VIII. DIGUE DU CANAL DE FUITE

200 mètres de digue à Fr. 101 le mètre. . . . . Fr. 20,200 —

IX. RESTITUTION DE FORCES

La force à restituer dans la deuxième période, était de 100 chevaux pour les 9 roues de Saint-Jean, remplacées par 9 turbines d'une valeur de . . . . Fr. 30,000 —

Le vote des premiers crédits pour l'exécution des travaux

Le rapport de M. Turrettini fut présenté au Conseil municipal dans sa séance du 2 octobre 1883. Pendant qu'il était à l'impression, un accord était intervenu entre la Ville et la Commune de Plainpalais. Moyennant certaines concessions sur le prix de l'eau et une part des bénéfices que réaliserait la Ville sur le territoire de cette commune à partir de 1893, la Commune de Plainpalais renonçait pour trente années à toute imposition sur les installations hydrauliques faites par la Ville.

Dans ces conditions, le projet n° 3, qui n'avait de valeur qu'autant qu'une entente ne serait pas intervenue avec la Commune de Plainpalais, était retiré par le Conseil Administratif, de sorte que le projet n° 2 devenait le plan définitif soumis à l'approbation du Conseil municipal.

Celui-ci, après avoir renvoyé la question à l'étude d'une commission, vota le 30 octobre 1883, à l'unanimité, les arrêtés suivants sur le rapport, fortement motivé, de M. le Conseiller municipal Balland.

Premier arrêté.

Le Conseil municipal,

Sur la proposition du Conseil administratif,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER.

Le Conseil administratif est chargé de l'exécution des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône sur la base du projet dit projet N° II, première période.

ART. 2.

Il est ouvert au Conseil administratif pour les travaux concernant la création des forces motrices du Rhône un crédit de fr. 1,750,000.

ART. 3.

Il est ouvert au Conseil administratif pour les travaux concernant la création du premier réseau de canalisation pour la transmission de ces forces, un crédit de fr. 250,000.

ART. 4.

Il sera provisoirement pourvu à cette dépense par des rescriptions à émettre au nom de la Ville de Genève, jusqu'à concurrence de la dite somme de fr. 2,000,000.

ART. 5.

Le Conseil administratif est chargé de s'adresser au Conseil d'Etat pour le prier de vouloir bien présenter au Grand Conseil un projet de loi autorisant cette émission de rescriptions.

Deuxième arrêté

Le Conseil municipal,

Sur la proposition du Conseil administratif,

ARRÊTE :

ARTICLE PREMIER.

Simultanément avec l'exécution des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône, le Conseil administratif est chargé de l'exécution d'un égout collecteur partant de la Petite-Fusterie pour arriver au-dessous du bâtiment des Turbines, à établir dans le lit du Rhône, en suivant le quai-pont et le quai de la Poste.

ART. 2

Il est ouvert au Conseil administratif, dans ce but, un crédit de fr. 140,000.

ART. 3

Il sera provisoirement pourvu à cette dépense par des rescriptions à émettre au nom de la Ville de Genève jusqu'à concurrence de la dite somme de fr. 140,000.

Aussitôt ces crédits votés et approuvés par le Conseil d'Etat, le Conseil administratif mit la main à l'œuvre.

CHAPITRE X

L'exécution des travaux

Convention pour l'exécution en régie co-intéressée des travaux projetés dans le lit du Rhône

Dès le 1er novembre 1883, le Conseil Administratif confia à M. l'ingénieur Julien Chappuis, chef de la maison J. Chappuis et Cie, l'exécution en régie co-intéressée des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône, et conclut avec lui la convention dont la teneur suit plus loin :

Le principe à la base de cette convention était une association entre l'Administration municipale et l'entrepreneur. Une série de prix par unité de chaque nature de travaux était annexée à la convention. La différence entre le prix de revient des ouvrages et leur valeur établie sur la base des séries de prix devait constituer le bénéfice à répartir par parts égales entre les deux associés. En cas de perte, l'Administration municipale assumait la perte totale, et l'entrepreneur en était pour la perte de son temps. On verra plus loin les résultats obtenus par ce mode d'entreprise encore peu connu.

Convention

Entre les soussignés :

La Ville de Genève, représentée par M. Turrettini, conseiller administratif, d'une part,
et MM. Chappuis et Co, entrepreneurs à Nidau (canton de Berne), d'autre part;

Il a été convenu de qui suit :

Article premier. — La Ville de Genève remet à MM. J. Chappuis et Co l'exécution des travaux projetés dans le lit du Rhône pour la création des forces motrices de ce fleuve à Genève, à l'exception de la partie mécanique, en *Régie co-intéressée*

Art. 2. — Les travaux exécutés seront payés d'après leurs quantités réelles, en appliquant la série de prix annexée à la présente convention (voir Annexe V). Les prix de la série comprennent tous les frais de matériel.

Art. 3. — Pour les prix non prévus dans la série de prix ci-annexée, ainsi que pour les prix des heures d'ouvriers employés en *régie* pour des travaux ne rentrant pas dans ceux prévus à la présente convention, ceux portés au *Moniteur de la construction pour Genève et la Suisse romande* feront règle, à moins d'entente amiable entre les parties.

Art. 4. — Il sera tenu une comptabilité exacte des dépenses réellement effectuées ; la Ville de Genève fera sans intérêts les avances de fonds nécessaires. A la fin de chaque mois il sera

établi une situation des travaux exécutés, et le montant en sera porté par la Ville au crédit du compte de la *Régie co-intéressée.*

Art. 5 — Comme chefs de la Régie co-intéressée, MM. J. Chappuis et C° auront droit à une indemnité de déplacement fixe de 500 francs par mois.

Les appointements et salaires des employés et ouvriers seront fixés par le chef de la Régie co-intéressée.

Art. 6. — MM. J. Chappuis et C° sont vis-à-vis de la Ville de Genève dans la même situation qu'un entrepreneur ordinaire; en conséquence leur représentant sur le chantier devra se soumettre à tous les ordres et indications qui lui seront donnés par le Conseil administratif ou ses délégués. La Régie co-intéressée a toute latitude pour l'emploi des moyens d'exécution qui lui paraîtront les mieux appropriés à la bonne exécution des travaux qui lui sont confiés.

Art. 7. — Le matériel nécessaire à l'exécution des travaux sera acquis par la *Régie co-intéressée*, et après l'achèvement des travaux, ce matériel sera vendu au profit de la dite Régie; ceci à l'exception du matériel nécessaire aux draguages, qui sera traité conformément à l'article 8 ci-après.

Art. 8. — Le matériel nécessaire aux draguages sera fourni, monté sur place, par MM. J. Chappuis et C° à la Régie co-intéressée pour la somme à forfait de fr. 250,000 (deux cent cinquante mille francs). Il sera composé comme suit:

a) Une drague à vapeur pouvant faire dans la marne ou la glaise 50 à 60 mètres cubes à l'heure, en moyenne.

b) Un toueur ou tout autre appareil de traction des bateaux qui paraîtra le plus avantageux.

c) Les bateaux de transport nécessaires.

d) Un appareil de débarquement.

e) Les voies, wagons et locomotives nécessaires au transport des produits des draguages.

f) Les ateliers de réparations et le petit outillage nécessaire aux draguages.

Art. 9. — MM. J. Chappuis et C° s'engagent à reprendre ce matériel pour le prix de 150,000 francs, si le draguage effectué ne dépasse pas 120,000 mètres cubes mesurés sur profils dans le lit du Rhône.

Dans le cas où le métrage se ferait après draguage, il sera admis un foisonnement de 10 %.

Dans le cas où le draguage effectué dépasserait 12,000 mètres cubes, ils s'engagent à reprendre le matériel nécessaire aux draguages pour le prix de fr. 150,000 diminué d'autant de fois *quarante centimes* qu'il aura été dragué de mètres cubes en sus de 120,000. Toutefois la Ville de Genève se réserve le droit de racheter le matériel à dire d'experts.

Art. 10. — A la fin de chaque année et en premier lieu à la fin de l'année 1884, il sera établi un bilan des dépenses et recettes de la Régie co-intéressée. En cas d'excédent des recettes sur les dépenses, cet excédent sera partagé par parties égales entre la Ville de Genève et MM. J. Chappuis et C°; en cas d'excédent des dépenses sur les recettes, cet excédent sera reporté sur l'exercice suivant, de sorte que le décompte final de l'entreprise représente le profit ou la perte nette totale. Si ce décompte final accusait un bénéfice, il sera partagé par parts égales entre la Ville et MM. J. Chappuis et C°; en cas de perte, cette dernière serait en entier à la charge de la Ville.

Art. 11. — Comme garantie de la loyale exécution de leurs engagements, il sera retenu à MM. J. Chappuis et C° par la Ville de Genève une somme de 100,000 francs sur le prix du matériel fourni par eux. Cette somme leur sera rendue à la fin des travaux et il leur en sera bonifié l'intérêt au taux de 4 % par an.

Art. 12. — La Ville de Genève se réserve expressément la propriété de tous objets d'art, monnaies, antiquités quelconques qui pourraient être trouvés pendant la durée des travaux.

Art. 13. — Tous les différends qui pourront surgir entre la Ville de Genève et MM. J. Chappuis et C° en qualité de chefs de la Régie co-intéressée seront réglés définitivement et sans appel, cassation, ni relief par un arbitre unique désigné d'ores et déjà en la personne de M. l'ingénieur Bridel [1], membre de la direction du chemin de fer du Jura-Berne-Lucerne, à Berne. En cas de mort de M. Bridel, son remplaçant sera désigné de commun accord entre les parties, ou, dans le cas où elles ne pourraient pas s'entendre sur son choix, par le président du Tribunal de commerce de Genève.

Genève, le 1er novembre 1883.

Th. Turrettini.
J. Chappuis et C°.

Programme des travaux

Dans sa séance du 27 novembre 1883, sur la proposition de M. Turrettini, le Conseil administratif approuva le programme suivant pour l'exécution du projet :

1° *Consistance du projet sous sa forme d'exécution complète.*

1° Le barrage mobile en tête du bras droit sera formé de trois parties :

La première, située entre la machine actuelle et le quai des Etuves; la deuxième, formée des coursiers et des vannes des moteurs actuels; la troisième, située entre l'angle sud de la Machine actuelle et de la maison Séchehaye.

2° La cote du seuil de ces barrages sera fixée à PN. — 4m50.

3° Le bras droit sera aménagé par des draguages avec la cote du fond, initiale PN., — 5m50, au pied de ce seuil, et la pente de fond 0m0013, jusqu'au droit du débouché du futur canal de fuite. Les matériaux extraits servirent en première ligne à combler les dépressions qui existeraient en contre-bas du plafond ainsi défini, partout où leur existence serait défavorable à la stabilité des quais et ponts.

4° Le seuil d'entrée du bras gauche sera fixé à la cote PN. — 5m. Le fond partira de cette cote avec la pente de 0,001 jusqu'au droit de la pointe du marché de l'Ile et la pente 0,0001 de là jusqu'aux turbines.

5° Le Bâtiment des turbines sera situé à la hauteur de la place des Volontaires, suivant plan N° 2.

6° A la suite de l'Ile sera construite une digue longitudinale qui viendra se raccorder à l'extrémité de la branche longitudinale du bâtiment des turbines et prolongera la séparation des deux bras. Elle sera construite en maçonnerie et pourvue de vannes de décharge ayant leur seuil au niveau du fond du bras gauche et offrant un débouché total de 36 mètres. La crête de cette digue sera réglée de façon à faire diversion. Sa crête sera à PN. — 1m20.

7° Au bâtiment des turbines fera suite un canal de fuite qui sera isolé du côté de droite

[1] A la mort de M. Bridel, MM. le colonel Dumur et les ingénieurs de Stockalper, ancien ingénieur en chef de l'entreprise du tunnel du Gothard, et Meyer, ingénieur en chef de la Cie S.-O.-S., furent désignés d'un commun accord pour le remplacer comme arbitres.

par une digue en pierre et palplanches prolongeant la digue longitudinale dont il vient d'être question et s'étendant jusqu'à 95 mètres en amont du limnimètre Q. Ce canal de fuite aura une pente de fond de 0m000372 et la cote du fond à son débouché sera PN. — 8m70.

8° A partir du débouché de ce canal et jusqu'à la Jonction, le Rhône sera dragué sur toute sa largeur disponible, en réservant à chaque bord un talus de 1m5 de base pour 1 de hauteur. La cote de fond initiale sera celle du fond du canal de fuite à son débouché, c'est-à-dire PN., — 8m70, et la pente de fond, 0m000372.

2° *Echelonnement des travaux par périodes.*

Au lieu d'être divisés, comme dans le plan primitif, en trois périodes, dont la seconde ne serait qu'un stage provisoire dans l'approfondissement du lit en aval des turbines, les travaux seront répartis en deux périodes seulement, dont la délimitation repose essentiellement sur ces deux principes: Faire en une seule fois, mais définitivement, les draguages en une région déterminée du lit, différer autant que possible la suppression des usines de St-Jean.

Les travaux exclus de cette période et différés jusqu'à la seconde période seront :

1° Le draguage sur toute la longueur du Rhône, dès le profil XXI (en aval de la digue de Souterre jusqu'à la Jonction;)

2° Toute modification dans le bras droit du Rhône entre le pont de la Machine et le débouché du canal de fuite;

3° L'achèvement de la partie longitudinale du bâtiment des turbines, dont les fondations et les vannages seront établis dans la première période.

On voit par là que les usines supprimées dans cette période seront celles de la *Coulouvrenière* et de *Souterre*, mais que celles de St-Jean continueront à subsister. Afin de les maintenir dans leurs conditions actuelles de fonctionnement et de prévenir les affouillements sous leur pied, on établira un batardeau provisoire, s'étendant de l'extrémité aval de la digue, limitant le canal de fuite à l'aval de l'usine Ferrand.

Les moteurs qui seront installés de prime abord dans la portion du bâtiment des turbines qui sera construite dans cette période, représenteront une force brute totale de 1200 chevaux.

Le surplus des moteurs que cette portion du bâtiment pourra recevoir sera établi au fur et à mesure des besoins; il sera limité par l'obligation de déverser dans le bras droit, soit en tête, soit en queue de l'Ile, le volume d'eau nécessaire aux roues de St-Jean.

Vu la nécessité d'entamer des négociations avec les Etats riverains pour obtenir des subventions correspectives d'une régularisation du niveau du lac, cette première période se subdivisera elle-même en deux sous-périodes, dont la seconde comprendra toutes les suppressions et constructions qui ne pourront être exécutées qu'après entente avec les dits Etats.

Première sous-période. — Les travaux qui la composeront sont énumérés en détail, dans le paragraphe 3, ci-après :

D'après ce qui a été expliqué tout à l'heure, elle comprendra les opérations suivantes : Draguages du Rhône, dès le profil XXI à la Jonction; achèvement du bâtiment des turbines, la pose des turbines elles-mêmes étant échelonnée suivant les besoins; suppression des moteurs de la rive droite et de leurs annexes, y compris le batardeau provisoire et ce qui aura subsisté de la digue du syndicat; désobstruction complète du draguage (voir §§ 1-3) de la partie aval du bras droit, dès le pont de la Machine à l'extrémité du canal de fuite. La disposition générale du bâtiment des turbines est combinée de telle sorte que l'achèvement de ce bâtiment dans la deuxième période ne gêne en rien le fonctionnement des moteurs qui auront été établis dans la première.

Il s'agit ici, comme on l'a expliqué, des travaux à faire en premier lieu et indépendamment de toute entente avec les Etats riverains. L'ordre qui a paru le meilleur, tant sous le rapport du but à atteindre que sous celui de la facilité d'exécution, est le suivant :

1° Construction de batardeaux destinés à isoler complètement la partie du bras gauche située entre le pont de la Machine et le pont de la Coulouvrenière.

Deux ouvertures de 16 mètres seront ménagées dans le batardeau d'amont, et fermées pendant les basses eaux au moyen de deux bateaux-vannes.

Cette disposition a été prise de façon à pouvoir rétablir l'écoulement du fleuve pendant les hautes eaux, en laissant subsister la partie fixe des batardeaux, dans le cas peu probable où les travaux d'approfondissement du bras gauche ne pourraient être terminés en une seule campagne d'hiver.

2° Approfondissement du bras gauche dans l'espace ainsi limité, suivant les cotes indiquées plus haut.

Reconstruction du pont de la Machine sur le bras gauche, sur colonnes en fer, en travées de 12 mètres de portée.

Enlèvement de l'ancien pont et du seuil fixe du barrage de la partie correspondante.

Construction d'un égout collecteur sous le quai-pont de la rive gauche, du pont de la Machine à la passerelle de l'Ile.

Construction du radier des vannes de décharge en aval de l'Ile et établissement de ces vannes.

Construction de la tête de la digue longitudinale en maçonnerie.

3° Etablissement d'un batardeau longitudinal entre le pont de la Coulouvrenière, à 52 mètres environ du quai de la Poste et parallèlement à celui-ci, pour la construction de la digue séparative et l'approfondissement du canal d'amenée.

Construction de la digue longitudinale depuis le pont de la Coulouvrenière au bâtiment des turbines.

Approfondissement du canal d'amenée dans cette enceinte.

Suppression des roues hydrauliques de la Coulouvrenière et de leurs dépendances, y compris la partie de la digue du syndicat qui sera sur la gauche de la digue longitudinale.

Restitution de la force aux usines dont les roues dépendent.

4° Construction d'un batardeau permettant de fonder la partie transversale du bâtiment des turbines, contenant les six premières turbines.

Fondation du bâtiment transversal des six turbines.

Construction du bâtiment des six premières turbines.

5° Construction d'un batardeau permettant de fonder la branche longitudinale du bâtiment des turbines, contenant 14 turbines, et d'approfondir le canal d'amenée situé dans cette enceinte.

6° Indépendamment de la succession de ces différents travaux, draguage du canal de fuite et du fleuve en aval du bâtiment des turbines jusqu'au profil XXI en aval des moulins de Souterre.

7° Construction de la digue séparative en pieux et palplanches, limitant le canal de fuite dès les premières turbines.

Construction de la digue arasée, reliant la pointe aval du canal de fuite à la rive droite, à l'aval de l'usine Ferrand.

8° Etablissement des quatre premières turbines.

9° Suppression des roues hydrauliques de Souterre et de leurs digues.

10° Restitution de la force aux usines dont ces roues dépendent.

Les travaux commencèrent par le batardeau amont du bras gauche le 21 novembre 1883, le lendemain de l'approbation par l'Etat des crédits votés.

Les travaux commencés avaient pour but de permettre simultanément :

1° L'approfondissement du bras gauche dans l'espace limité par le batardeau;

2° La reconstruction du pont de la Machine sur le bras gauche;

3° L'enlèvement de l'ancien pont et du seuil fixe du barrage de la partie correspondante;

4° La construction de l'égout collecteur dans le lit du fleuve, du pont de la Machine à la passerelle de l'Ile;

5° La construction du radier des vannes de décharge en aval de l'Ile et l'établissement de ces vannes.

6° La construction de la tête de la digue longitudinale en maçonnerie.

Les batardeaux furent terminés dans la dernière quinzaine de février, et l'assèchement du bras gauche commença le 2 mars. Il dura jusqu'au 2 juillet, date à laquelle les batardeaux furent volontairement rompus pour donner passage au fleuve, les travaux prévus pour cette première période d'exécution étant entièrement terminés.

Ce ne fut pas sans de grandes difficultés que l'on parvint à maintenir à sec pendant ces quatre mois, l'enceinte, longue de plus de 400 mètres, dans laquelle s'opéraient les travaux sus-mentionnés.

Le travail d'épuisement était effectué par deux pompes mues par des locomobiles et par six pompes mues par des moteurs hydrauliques.

La force disponible pour actionner ces pompes était d'environ 70 chevaux Le débit des pompes marchant toutes ensemble représentait environ 30 mètres cubes par minute.

La plupart du temps l'on dut mettre en œuvre tout ce matériel, car malgré un travail de jour et de nuit pour la conservation des batardeaux, les rentrées d'eau atteignaient à peu près la puissance de débit du matériel d'épuisement.

Jamais cependant l'on ne fut dominé par les rentrées d'eau, et le travail dans l'intérieur de l'enceinte put se poursuivre sans entrave jusqu'à son entier achèvement.

On doit reconnaître, du reste, que l'entreprise a joui d'une saison exceptionnelle, unique peut-être, qui a puissamment aidé à l'heureux accomplissement de l'œuvre. La description détaillée de ces travaux sera donnée plus loin.

Du mois de juillet au mois de septembre, les travaux furent nécessairement suspendus du fait des hautes eaux, et la nouvelle campagne ne commença qu'avec le mois d'octobre 1884.

Cette seconde campagne comprenait l'exécution du programme suivant :

1° Draguage de l'emplacement de la digue séparative et des batardeaux;

2° Construction de la digue séparative en béton coulé sous l'eau;

3° Construction du batardeau entourant le bâtiment des turbines;

4° Draguage du lit du fleuve dans l'emplacement du bâtiment des turbines;

5° Restitution de force aux usines de la rive gauche;

6° Epuisement de l'enceinte formée par la digue séparative et les batardeaux, de l'amont du pont de la Coulouvrenière à l'aval du bâtiment des turbines, au-dessous de la place des Volontaires;

7° Construction de l'égout collecteur dans le lit du fleuve, de la rue de l'Arquebuse à l'aval du bâtiment des turbines;

8° Construction des fondations du bâtiment des turbines et fouilles du canal d'amenée;

9° Construction du bâtiment destiné aux six premières turbines;

10° Pose et mise en marche des quatre premières turbines et pose des réservoirs de régularisation;

11° Pose du premier réseau de la canalisation à haute pression;

12° Draguage du lit du fleuve, du bâtiment des turbines aux usines de Souterre.

La prolongation des prises d'eau hors des jetées

Une épidémie typhoïde éclata subitement dans l'agglomération genevoise à la fin de l'hiver 1884. Elle coïncidait avec un curage du port, ordonné par l'autorité cantonale, devant le débouché du Nant de Jargonnant, qui servait alors d'égout principal à la commune des Eaux-Vives. Ce curage était fait en dehors de toute intervention de l'autorité municipale qui en demanda la suspension aussitôt qu'elle l'apprit pendant la période d'incubation de la maladie.

Le 29 avril 1884, le Conseil administratif demanda au Conseil municipal un crédit en blanc pour procéder d'urgence à l'établissement d'une conduite de bois provisoire prolongeant la prise d'eau des machines hydrauliques jusqu'au delà des jetées du port.

Cette dépense, qui avait pour but, au moment de la plus grande intensité de l'épidémie typhoïde, d'enlever toute chance de contamination des eaux potables par les égouts et nants se déversant dans le port, devait être partagée par moitié entre l'Etat et la Ville.

Les crédits nécessaires à solder cette dépense devaient être votés, une fois les travaux terminés.

Le Conseil municipal donnait ainsi carte blanche au Conseil administratif pour procéder à ce travail fort délicat, puisqu'il devait s'exécuter en deux reprises successives.

Les comptes de ce travail, se soldant à la charge de la Ville par une dépense de Fr. 50,000 et à la charge de l'Etat par une dépense de Fr. 30,000, furent présentés au Conseil municipal dans sa séance du 10 novembre 1885.

La part de l'Etat qui devait à l'origine être la moitié de la dépense avait été réduite à Fr. 30,000.

En effet, au cours de l'exécution des travaux de la prise d'eau en avant des jetées, le Conseil administratif, comme on le verra plus loin, en suite des conventions relatives à la régularisation du niveau du Lac, eut à prendre à sa charge, moyennant subvention équitable, tous les travaux de draguage du port. Ce draguage devait se faire à une profondeur suffisante pour que, une fois le niveau du lac abaissé, la navigation fût possible dans le port de Genève, en toute saison.

Le délégué du Conseil administratif représenta, dans le sein de la conférence intercantonale, que le draguage du port, même exécuté, en dehors de la décision déjà prise par la Ville de Genève de prolonger provisoirement sa prise d'eau hors du port, aurait nécessité les travaux que la Ville de Genève était en train de faire. En effet, aucun draguage important n'eût été possible, en amont des anciennes prises d'eau de la Ville de Genève, sans amener des dangers considérables pour la salubrité publique. Il devenait donc équitable que la Confédération et les Etats riverains participassent dans une certaine mesure, soit aux dépenses de la prise d'eau provisoire, soit à l'augmentation de dépense de draguage nécessitée par l'obligation d'enfouir la

conduite à une profondeur telle qu'après le draguage définitif, la navigation pût se faire par-dessus la conduite provisoire, même avec le niveau futur des basses eaux.

Ce point de vue fut reconnu juste, et il fut tenu compte pour Fr. 25.000 environ dans les subventions relatives au draguage du port, des éléments dont il a été parlé plus haut.

Dans ces conditions, le Conseil administratif jugea prudent de procéder d'emblée à un approfondissement suffisant pour que la conduite de bois fût placée à un niveau tel qu'il ne fût plus nécessaire de reprendre le travail, au moment du draguage définitif du port.

Les travaux faits, l'Etat admit que la Ville de Genève avait donné à la conduite en bois un caractère définitif qui ne correspondait plus exactement au genre de travail prévu à l'origine, qui eût dû nécessiter à bref délai le remplacement de la conduite en bois par une conduite définitive en fer. Il demanda en conséquence à la Ville de réduire sa subvention à la moitié de la somme qu'aurait coûté la pose provisoire, avec remplacement à brève échéance.

Le Conseil administratif répondit à l'Etat qu'il était tout disposé à entrer dans sa manière de voir, et à réduire à Fr. 30,000 le montant de la part afférente à l'Etat, si celui-ci de son côté, n'obligeait pas immédiatement la Ville à procéder à la pose d'une conduite en fer et reconnaissait le caractère définitif de la conduite en bois, étant données les conditions toutes spéciales de bienfacture dans lesquelles ce travail avait été opéré.

L'Etat, après s'être entouré des conseils de techniciens, reconnut que la conduite en bois pouvait être utilisée sans inconvénient pendant un laps d'au moins 12 à 15 ans.

A la suite de cette déclaration, il fut convenu que la part afférente à l'Etat serait réduite à Fr. 30,000 au lieu d'atteindre la moitié de la dépense totale.

Cette dépense totale pouvait s'évaluer comme suit :

1° *Achat et pose de la conduite de bois, de forme carrée et de 0,85 de côté* . .	Fr.	56,500
2° *Draguage préalable pour permettre la navigation*.	»	33,500
3° *Achat et pose de la conduite en fer* allant de l'extrémité inférieure de la conduite de bois vers le Rond-Point des Bergues aux diverses prises d'eau des pompes de la Ville	»	12,000
Total. .	Fr.	102,000

CHAPITRE XI

La Convention intercantonale pour la régularisation du lac Léman

Première tentative de conciliation

Pendant que les travaux destinés spécialement à l'utilisation des forces motrices du Rhône suivaient leur cours, le Conseil administratif ne perdait pas de vue la question de la régularisation du lac qui en était le complément.

L'article 2 de la loi du 30 septembre 1882, accordant à la Ville de Genève la concession des forces motrices du Rhône, était ainsi conçu :

« ARTICLE 2. — Le Conseil d'Etat est chargé des négociations nécessaires pour arrêter les conventions d'après lesquelles la Ville, moyennant des subventions de la Confédération et des Etats riverains, serait obligée d'exécuter les travaux relatifs à l'écoulement du lac et de régler les manœuvres du barrage.

« Les conventions éventuelles qui seraient passées entre les Etats riverains seront soumises à l'approbation du Grand Conseil. »

Le Conseil administratif s'était inspiré, dès le commencement des études relatives aux travaux du Rhône, de l'idée d'aplanir, par une solution satisfaisant tous les intérêts en cause, le conflit deux fois séculaire qui existait entre nos confédérés vaudois et Genève.

Ce conflit, qui était resté à l'état de discussions plus ou moins chroniques et stériles pendant nombre d'années, avait passé à sa période aiguë depuis que l'Etat de Vaud avait cherché à obtenir par voie de droit, devant le Tribunal fédéral, que l'Etat de Genève fût déclaré responsable du préjudice causé par les hautes eaux du lac Léman.

Il était à désirer que la solution des difficultés pendantes ne fût pas obtenu par le verdict d'un tribunal qui aurait certainement froissé profondément l'un ou l'autre des deux cantons en présence et augmenté encore les récriminations respectives. Fort de son désir de conciliation, le Conseil administratif avait concentré tous ses efforts pour trouver une solution technique qui, tout en lui permettant d'utiliser la force totale du Rhône, qui lui était accordée par la loi du 30 septembre 1882, donnât la possibilité de satisfaire, moyennant certains frais supplémentaires, aux réclamations plus ou moins légitimes des riverains du lac.

Le choix de M. l'ingénieur Legler, comme conseil technique de la Ville de Genève, avait été un premier pas fait dans le sens de la conciliation, car M. Legler était aussi conseil technique de l'Etat de Vaud dans le procès relatif aux eaux du Léman.

Par le questionnaire qui lui fut remis le 5 juin 1882, il était chargé d'étudier les conditions d'utilisation des forces totales du Rhône, en tenant compte des travaux qu'il y aurait

à faire pour abaisser de 60 à 65 centimètres les hautes eaux d'été et pour maintenir les variations moyennes annuelles du lac dans les limites d'un écart de 60 centimètres. Ce questionnaire était précisément basé sur les *desiderata* énoncés dans les rapports techniques présentés par l'Etat de Vaud à l'appui de ses réclamations devant le Tribunal fédéral.

D'autre part, si le Conseil administratif étudiait le projet d'utilisation des forces du Rhône dans le but d'arriver à une conciliation, il avait la prétention que la Ville de Genève, qui n'était point en cause dans le procès, ne pût être obligée, du fait de la régularisation du lac, à aucune dépense qui ne lui serait pas incombée du fait de l'utilisation des forces motrices du Rhône.

Il admettait que la Ville participât à la dépense générale de régularisation du lac par les travaux qu'elle exécutait pour ses propres besoins, et qui contribuaient, pour leur part, à l'amélioration de l'écoulement des eaux du lac.

L'événement a prouvé que c'est bien dans ces conditions qu'une entente a pu intervenir et que les travaux nouveaux qui incombèrent à la Ville, non seulement ne chargèrent pas son budget, mais encore eurent pour elle leur utilité réelle, les uns au point de vue de l'embellissement urbain, les autres au point de vue de l'économie qu'ils firent réaliser à la Ville, en permettant d'exécuter immédiatement aux frais des subventions, des travaux qui se fussent imposés dans un avenir plus ou moins lointain, au fur et à mesure du développement de l'utilisation des forces motrices du Rhône.

Avant d'examiner plus en détail la part faite à la Ville par la mise à exécution de la convention qui intervint, il y a lieu de faire l'historique des diverses phases par lesquelles avait passé cette question depuis la promulgation de la loi du 30 septembre 1882.

La première démarche faite pour amener à une entente les deux Etats en présence, fut l'envoi simultané, aux deux Conseils d'Etats de Vaud et de Genève, d'une lettre adressée, après entente préalable avec le Conseil administratif, par M. l'ingénieur Legler, qui, par sa double position d'expert des deux parties, semblait indiqué pour jeter les bases d'un rapprochement.

Dans cette lettre datée de Glaris, le 7 février 1883, M. Legler rappelait que les projets pour l'utilisation rationnelle de la force motrice du Rhône à Genève et pour la régularisation du niveau futur du lac étaient assez avancés pour qu'un concours fût ouvert par la Ville de Genève entre les constructeurs.

Il ajoutait que les deux Etats riverains du canton de Genève et du canton de Vaud, qui avaient le plus d'intérêts à cause de la régularisation des eaux du Léman, devaient profiter de ce moment pour régler d'un commun accord les différends fâcheux qui avaient troublé, depuis des siècles, l'entente entre des Confédérés.

Comme les nouveaux projets rendaient possible d'utiliser la force motrice du Rhône et d'abaisser les hautes eaux du lac d'une manière tout-à-fait satisfaisante pour les riverains, le moment d'une démarche de conciliation amiable lui paraissait venu.

En vertu du double mandat technique dont il avait été honoré par les deux parties, M. Legler se croyait donc bien placé pour servir de trait d'union, et proposait une réunion des conseils judiciaires des deux Etats à Berne, pour chercher un terrain commun d'entente.

Le Conseil d'Etat de Genève répondit peu de jours après à M. Legler que, quoiqu'il lui appartint, en vertu de la loi genevoise du 30 septembre 1882, qui avait concédé à la Ville de Genève l'utilisation des forces motrices du Rhône, de provoquer une entente des Etats riverains du lac au sujet de cette régularisation, il consentait néanmoins à ce que des négociations préalables eussent lieu, négociations ayant pour objet d'examiner les bases premières qui pourraient servir à une entente future entre les Etats riverains du lac.

A la suite de cet échange de lettres, deux ou trois entrevues eurent lieu entre M. l'ingénieur Legler et les conseils judiciaires des Etats de Vaud et de Genève.

M. Legler d'une part, et M. Gentet, conseil de l'Etat de Genève d'autre part, avaient proposé un projet de convention devant servir de base d'arrangement; malheureusement, les pouvoirs donnés au conseil judiciaire de l'Etat de Vaud consistaient seulement dans l'audition des propositions qui pourraient être faites. Toute discussion devenait donc impossible, et M. Legler reconnut bientôt qu'il était inutile de poursuivre dans la voie commencée. Il en fit rapport au Conseil administratif.

A la suite de cette communication, les négociations furent momentanément suspendues.

Expertise destinée à déterminer l'influence du barrage de Genève

Le procès suivait son cours. Le Tribunal fédéral avait nommé comme experts pour étudier le différend séculaire MM. Burkli-Ziegler, ingénieur en chef de la Ville de Zurich, Bazin, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Dijon, et de Mære, ingénieur à Gand.

Ces experts décidèrent une visite sur les lieux, visite qui s'opéra vers la fin d'octobre 1883, et l'exécution d'une série de jaugeages du Rhône à Genève pour déterminer une fois pour toutes l'influence si controversée du barrage.

Ces jaugeages furent dirigés, sur la demande des experts, par M. l'ingénieur Legler et furent poursuivis sans interruption du 22 au 30 octobre en leur présence.

M. Legler était assisté de MM. Gonin, ingénieur en chef du Canton de Vaud, Achard et Merle d'Aubigné, conseils techniques de l'Etat de Genève.

Les deux premiers jaugeages eurent lieu le 22 octobre. Dans le premier, le barrage du pont de la Machine était entièrement fermé, et les vannages des roues et turbines étaient ouverts. La cote du lac était PN. — 1,532 (à Sécheron). Le jaugeage constata un débit de 172$^{m^3}$.

Le second jaugeage, fait le même jour, était exécuté dans les mêmes conditions de fermeture du barrage. Il donna un débit de 156$^{m^3}$, soit 16$^{m^3}$ de moins que le précédent.

Le 23 octobre, il fut procédé à un troisième jaugeage, avec le barrage et les vannages complètement ouverts. Cote du lac PN. — 1,593. Débit 345$^{m^3}$.

Le 24 octobre, quatrième jaugeage, dans les mêmes conditions que le troisième.

Cote du lac PN. — 1,578. Débit 342$^{m^3}$.

Le 25 octobre, les experts font placer deux poutrelles, faisant ensemble une hauteur de 30 centimètres d'obstacle sur toute la longueur du barrage. La section d'écoulement était ainsi réduite d'environ 45 mètres carrés. La cote du lac était PN. — 1,579, soit un millimètre plus basse que la veille. Le débit atteignit 327$^{m^3}$, différant seulement de 15$^{m^3}$ du jaugeage avec ouverture totale; cette différence était inférieure à celle observée entre les deux jaugeages du 22 octobre, faits dans des conditions identiques de fermeture.

Le 26 octobre, sixième jaugeage. Les experts firent placer six poutrelles sur toute la longueur du barrage, sauf quatre ouvertures qui furent fermées avec sept poutrelles. La section étant réduite de 150 mètres carrés environ. Le débit resta encore de 262$^{m^3}$ avec une cote du lac de PN. — 1,587.

Le 27 octobre, eurent lieu deux nouveaux jaugeages, l'un avec le barrage fermé et les vannages ouverts.

Débit 179m³. | Cote du lac PN. — 1,597.
L'autre avec barrage et vannages fermés.
Débit 114m³.

Le 29 octobre, le bras gauche et les vannages furent ouverts et le bras droit fermé.

Cote du lac PN. — 1,593. Débit 275m³

Le 30 octobre le bras gauche fut fermé sur toute la largeur avec trois poutrelles; le bras droit resta complètement fermé, les vannages étant ouverts.

Cote du lac PN. — 1,583. Débit 278m³.

Les résultats de ces jaugeages étaient manifestes. Le relèvement du seuil du barrage, même de cinquante centimètres comme cela avait été le cas dans le huitième jaugeage, ne modifiait pas d'une façon appréciable le débit du Rhône.

C'était la confirmation de la théorie qui avait été soutenue par l'Etat de Genève depuis cent ans et que le général Dufour, puis le professeur Plantamour avaient très longuement développée.

Le seuil du pont de la Machine n'était pas le seuil du lac, qui était situé plus en amont, et une modification même importante dans la hauteur de ce seuil ne modifiait pas sensiblement le débit, parce que le remous causé par cette surélévation était bien inférieur à la pente qui existait en hautes eaux entre le Banc de Travers et le pont de la Machine.

Sur ces entrefaites, le 20 novembre 1883, le Conseil d'Etat approuvait les arrêtés du Conseil municipal relatifs à l'exécution des travaux du Rhône, et dès le lendemain, 21 novembre, le premier coup de mouton enfonçait le premier pieu du batardeau situé au-dessus du pont de la Machine. En même temps, l'Etat de Genève recevait du Tribunal fédéral un mémoire déposé par l'Etat de Vaud en date du 19 novembre 1883, et le Conseil administratif recevait du Conseil d'Etat l'information que, par ce mémoire, l'Etat de Vaud s'opposait à tout travail nouveau sur le Rhône jusqu'au prononcé du jugement. Cette défense fut bientôt suivie d'un autre mémoire, par lequel l'Etat de Vaud, qui avait eu connaissance des résultats des jaugeages, déclarait renoncer à faire opposition au commencement des travaux et se contentait de faire des réserves.

En présence du fait que l'Etat de Vaud reconnaissait implicitement, en rectifiant les conclusions de son premier mémoire, que les travaux entrepris par la Ville de Genève ne sauraient être préjudiciables à la régularisation du niveau du lac, le Conseil administratif jugea le moment opportun pour donner suite aux négociations officielles prévues par la loi du 30 septembre 1882, afin d'arriver à une entente relativement à la question du niveau du lac et à la participation des intéressés à cette entreprise. Il recommanda ce point de vue au Conseil d'Etat, avec l'entière confiance qu'il agirait dans cette question, au mieux des intérêts du pays

Puis, à la suite d'une conférence entre les délégués des deux corps, conférence où les délégués de l'Etat exposèrent les inconvénients de démarches immédiates, le Conseil administratif, se rangeant à la demande du Conseil d'Etat, déclara par lettre du 19 décembre 1883, s'en rapporter aux conclusions prises par ce dernier, telles qu'elles étaient formulées dans le mémoire responsif qui lui avait été communiqué par l'Etat.

Reprise des négociations

Il aurait semblé au premier abord, que toute idée de conciliation devait avoir disparu après la fâcheuse opposition à laquelle il a été fait allusion plus haut.

Il n'en fut heureusement rien, et le Conseil d'Etat admettant après coup, comme l'avait compris le Conseil administratif, que l'Etat de Vaud, en rectifiant les conclusions de son premier mémoire, reconnaissait implicitement que les travaux entrepris par la Ville de Genève ne sauraient être préjudiciables à la régularisation du niveau du Léman, jugea que le moment était venu de s'adresser aux autorités fédérales, pour leur demander leur intervention amiable dans le débat.

Il s'adressa donc, par lettre du 8 janvier 1884, au Conseil fédéral dans les termes suivants :

Fidèles et chers confédérés,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que, par la loi du 30 septembre 1882, notre Grand Conseil a accordé à la Ville de Genève une concession ayant pour but l'utilisation de la force motrice hydraulique du Rhône.

Le texte de cette loi et tous renseignements relatif à cette concession sont contenus dans les trois fascicules que nous joignons aux présentes et intitulés : Ville de Genève. Utilisation des forces motrices du Rhône, 1882-1883, et dans l'arrêté du Conseil municipal en date du 30 octobre 1883.

Le but de cette communication est le suivant :

Une régularisation des niveaux du lac Léman intéresse les cantons riverains de Vaud et du Valais; aussi, à maintes reprises, le désir de voir opérer cette régularisation a-t-il été exprimé.

D'une part, la régularisation des niveaux ne peut s'opérer que par des travaux exécutés sur le territoire de Genève et ayant pour objet la correction de l'écoulement du lac.

Cette première considération a engagé l'Etat de Genève en concédant à la Ville de Genève, par la susdite loi, l'utilisation des forces du Rhône, à prévoir en même temps cette correction, bien que cette utilisation soit complètement distincte d'une correction des niveaux du lac.

Les travaux relatifs à cette correction éventuelle sont de même énumérés dans les trois fascicules et l'arrêté sus-rappelés.

D'autre part, cette correction ne peut s'opérer que par le concours simultané et une subvention de la Confédération et des Etats riverains intéressés.

Fondés sur ces considérations, nous avons l'honneur de vous prier, Monsieur le Président et Messieurs, de bien vouloir :

1° Porter officiellement à la connaissance des cantons riverains intéressés, notamment par la communication des documents joints aux présentes, les travaux actuellement entrepris et le but poursuivi :

2° En même temps, prendre l'initiative, en l'appuyant de toute votre autorité, d'une conférence dans laquelle la Confédération et les Etats riverains intéressés seraient officiellement représentés, aux fins de s'entendre, soit sur la marche à suivre pour aboutir à la correction éventuelle des niveaux, soit sur cette correction elle-même.

Nous vous ferons en même temps observer que l'initiative que vous voudrez bien prendre et le but poursuivi, sont entièrement distincts du procès actuellement pendant entre les Etats de Genève et de Vaud, devant le Tribunal fédéral, mais qu'ils auraient pour effet, en cas de succès, de mettre fin, une fois pour toutes, à une cause de contestations séculaires.

Dans l'espoir que vous apprécierez le sentiment qui dicte cette démarche et que vous accueillerez favorablement cette dernière en l'appuyant par l'initiative que vous voudrez bien

prendre auprès des cantons intéressés, nous faisons des vœux pour qu'elle aboutisse à un résultat conforme aux intérêts de tous.

Nous vous prions, Monsieur le Président et Messieurs, d'agréer, etc.

AU NOM DU CONSEIL D'ETAT,

Le Chancelier : Ch. CHALUMEAU. *Le Président :* A. GAVARD.

Le Conseil fédéral s'empressa de donner communication aux Etats de Vaud et du Valais de la proposition de l'Etat de Genève, et après avoir reçu l'assentiment de ces deux cantons à la manière de voir de l'Etat de Genève, il adressa la lettre suivante au Conseil d'Etat de Genève, lettre qui était adressée également à Vaud et Valais.

Fidèles et chers confédérés,

Le gouvernement du canton de Genève ayant demandé notre intervention pour provoquer une conférence dans le but de régler, entre les délégations des trois Etats confédérés de Vaud, du Valais et de Genève la question du niveau du lac Léman, et les gouvernements de Vaud et du Valais ayant accepté de se faire représenter à cette conférence, nous avons chargé dans notre séance de ce jour, notre Département de l'Intérieur, de convoquer la conférence dont il s'agit et donné mission au chef de ce département de nous y représenter.

En vous donnant connaissance de notre décision, nous croyons devoir encore vous faire, à cet égard, les communications suivantes :

La proposition de Genève tend à arriver à une entente entre les trois cantons intéressés sur un projet de régularisation des conditions d'écoulement des eaux du lac Léman et éventuellement à obtenir une subvention de la Confédération pour cette entreprise.

En prévision d'une demande de subvention, nous avons l'honneur de vous informer que, comme dans tous les autres cas analogues, les cantons intéressés devront faire préparer les études nécessaires à l'appui de cette demande (plans, devis, etc.) Les études et la demande nous seront ensuite envoyées, pour que nous puissions soumettre le tout à l'Assemblée fédérale.

La conférence à réunir par les soins de notre Département de l'Intérieur ne peut avoir qu'un but, de donner aux trois cantons riverains l'occasion de se mettre d'accord pour arriver au but qu'ils se proposent.

Dans le cas où, même dans l'état actuel de la question, les Etats intéressés désireraient, comme cela a déjà eu lieu dans des circonstances analogues, pour simplifier les choses, demander la coopération de notre Inspectorat des Travaux publics, nous sommes disposés à autoriser cette coopération. Sinon, les études faites à l'appui de la demande en subvention seront soumises à l'examen de cet Inspectorat, dès que la demande précise nous sera parvenue.

Il est loisible aux gouvernements des trois cantons riverains d'adjoindre des experts techniques à leur délégation.

Nous saisissons, etc.

AU NOM DU CONSEIL FÉDÉRAL :

Le Chancelier, RINGIER. *Le Président de la Confédération,* WELTI.

L'entente relative à la régularisation du Lac Léman

Dès ce jour, commença une phase nouvelle dont la convention qui intervint bientôt fut la conclusion.

Le Conseil fédéral désigna pour poursuivre les négociations :

MM. Schenk, Conseiller fédéral et De Salis, Inspecteur fédéral.

Le Conseil d'Etat de Genève :

MM. Gavard, Conseiller d'Etat, Turrettini, Conseiller administratif, et Gentet, conseiller judiciaire de l'Etat de Genève.

Le Conseil d'Etat de Vaud :

MM. Jordan-Martin, Conseiller d'Etat, Gonin, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et Berdez, conseiller judiciaire de l'Etat de Vaud.

L'Etat du Valais :

M. Chappex, Conseiller d'Etat.

En outre, sur la demande de l'Etat de Vaud, MM. Pestalozzi et Legler furent adjoints comme conseils techniques.

La première réunion de la conférence eut lieu à Berne, le 14 février 1884, sous la présidence de M. le Conseiller fédéral Schenk.

Dès la première séance, les points suivants furent admis comme base de discussion.

1° L'avant-projet de convention, rédigé par M. l'avocat Gentet d'accord avec l'Etat et la Ville de Genève, était accepté comme base de discussion, sauf modification ultérieure ;

2° Le cotes maxima et minima auxquelles devraient être exécutées les manœuvres du barrage étaient admises à PN. — 1,30 et PN. — 1,90 ;

3° Le draguage du port de Genève jusqu'à une cote de fond, correspondant à PN. — 5,90 était accepté comme devant faire partie des travaux relatifs à la régularisation et susceptibles d'être subventionnés ;

4° Le programme du Conseil administratif de la Ville de Genève, basant les frais de régularisation sur le coût du projet proposé en 1874 par MM. Legler et Pestalozzi, était admis en principe, ainsi que son devis de Fr. 2,100,000 comme première estimation, sauf vérification ultérieure ;

5° Le Conseil administratif était chargé de faire établir un devis plus détaillé sur la base de son programme, dont la vérification était renvoyée à une sous-commission technique, composée de MM. les ingénieurs de Salis, Turrettini, Gonin, Pestalozzi et Legler ;

6° La répartition du coût des travaux était éventuellement fixée comme suit :

$^{11}/_{21}$ à la charge de l'Etat de Genève ;
$^{7}/_{21}$ » la Confédération ;
$^{3}/_{21}$ » des Etats de Vaud et du Valais.

Dès cette première entrevue, l'on pouvait constater que les divergences de vue étaient nulles au point de vue techniques et que les délégués de tous les Etats étaient inspirés d'un même esprit de conciliation.

Le Conseil administratif prépara aussitôt le devis des frais de régularisation.

Ce devis se montait à la somme de Fr. 2,381,075.

La commission plénière se réunit de nouveau à Genève les 25 et 26 avril, et prit connaissance des devis du Conseil administratif. Elle les renvoya à la vérification de la sous-commission

technique et arrêta le texte définitif du projet de convention intercantonale qui devait faire l'objet de la ratification des Etats. (Voir Annexe II.)

Les chiffres seuls restaient en blanc jusqu'à vérification des devis.

Ce travail eut lieu par les soins de la sous-commission technique, à Genève, dans sa séance du 14 juin 1884, et le détail estimatif du coût de régularisation du lac Léman fut arrêté par elle à Fr. 2,320 500.

La Commission plénière se réunit une dernière fois, le 28 septembre 1884, pour achever son travail et arrêter le chiffre des subventions à demander à chaque Etat.

Cette répartition fut faite sur la base déjà admise dans la première conférence, à savoir :

$^{11}/_{21}$ soit Fr. 1,215,000 à l'Etat de Genève.
$^{7}/_{21}$ soit » 773,500 à la Confédération.
$^{3}/_{21}$ soit » 331,500 aux Etats de Vaud et du Valais.

Le Conseil administratif, dans l'étude qu'il avait faite de cette question et dans toutes les négociations y relatives, avait toujours cherché une solution qui ne mît à la charge de la Ville aucune dépense qui ne lui fût pas réellement et immédiatement utile.

Le Conseil administratif savait d'autre part que le Conseil d'Etat ne voulait, en aucune façon, faire participer l'Etat de Genève aux frais de régularisation du lac. Il devait donc faire en sorte que les subventions obtenues fussent suffisantes pour couvrir le coût de tous les travaux non encore votés par le Conseil municipal. Ce résultat fut heureusement obtenu.

Par la convention intercantonale, l'Etat, soit la Ville de Genève, ne se sont nullement engagés à maintenir un niveau quelconque du lac. Ils s'engageaient simplement à faire certaines manœuvres de barrages à des époques et à des niveaux déterminés, indépendamment de tout phénomène météorologique et sans que le niveau trop élevé ou trop bas provenant des circonstances spéciales à chaque année puisse lui être reproché.

Il était en effet de la plus haute importance que la Ville de Genève n'assurât aucun niveau déterminé, mais s'engageât simplement à exécuter consciencieusement certaines manœuvres de barrages propres à réaliser une régularisation aussi complète que possible du niveau du Léman.

Il faut noter également que la convention intercantonale ne règlemente que l'ouverture du barrage du bras droit et des vannes de décharge, et nullement l'ouverture des vannes des turbines que la Ville de Genève établira au fur et à mesure de ses besoins, et qu'elle peut faire fonctionner ou arrêter sans que personne autre qu'elle n'ait voix au chapitre.

Enfin la convention intercantonale n'entre dans aucun détail sur le mode de manœuvre des barrages et ne fait que poser les principes généraux qui devront y présider. En effet, ce n'est qu'après une expérimentation, un tâtonnement de plusieurs années, qu'il était possible d'établir par un règlement un régime définitif.

Il n'existera même pas de règlement définitif, puisque, d'après l'art. 4, le règlement est révisable tous les cinq ans.

Le tableau qui suit fait aussi exactement que possible le départ entre les travaux votés le 30 octobre 1883 et ceux qui restaient à voter pour exécuter les engagements pris par la convention.

Ces travaux non encore prévus dans les crédits du Conseil municipal, pouvaient se répartir en diverses catégories, suivant qu'ils intéressaient plus ou moins la Ville ou même qu'ils ne l'intéressaient absolument pas.

Un coup d'œil rapide sur ces différents ouvrages permet de constater que même ceux qui, au premier abord, semblaient n'intéresser que la régularisation, avaient leur réel avantage au point de vue des intérêts proprement dits de la Ville de Genève.

Ils pouvaient se répartir comme suit :

1° *Travaux que la Ville de Genève aurait dû exécuter immédiatement, et sans la régularisation du Léman.*

Réfection de la seconde moitié du pont de la Machine comprise dans les frais du barrage à niveau	Fr.	50,000

2° *Travaux que l'Etat aurait dû exécuter très prochainement et indépendamment de la régularisation.*

Draguages du port	»	90,000

3° *Travaux que la Ville aurait dû exécuter dans la seconde période des travaux du Rhône.*

Draguage entre le pont des Bergues et le pont de la Machine	»	41,000
Construction du barrage à rideaux	»	146,000
Batardeaux pour exécuter le barrage	»	43,400
Restitution de force aux usines de la rive droite	»	53,180
Etablissement d'une turbine primaire pour restituer la force aux usines de la rive droite	»	100,865
Frais de déplacement de deux bateaux à laver	»	1,750
Epuisement pour l'exécution du barrage à rideaux	»	32,500

4° *Travaux intéressant la Ville au point de vue de l'embellissement urbain.*

Démolition des immeubles de l'Ile (bras gauche)	»	197,240
Construction d'un quai devant ces immeubles	»	20,000

5° *Travaux n'intéressant pas directement la Ville, mais permettant de procéder simultanément avec leur exécution, par le fait de la mise à sec du bras droit, à la construction de l'égout collecteur rive droite.*

Approfondissement du bras droit	»	100,800
Reprise en sous-œuvre des murs de quai du bras droit . . .	»	37,500

6° *Travaux absolument spéciaux à la régularisation.*

Abaissement des seuils des quatre anciennes machines . . .	»	14,000
Etablissement d'un vannage entre l'ancienne machine et la maison Séchehaye	»	30,300
Enlèvement de la digue St-Jean-Coulouvrenière	»	7,300
Total	Fr.	965,835

représentant la totalité des travaux non encore votés, non compris le 10 % d'imprévu et l'intérêt des capitaux engagés.

D'après la convention, la Ville de Genève prit à sa charge le draguage du port, quoique cette dépense pût être considérée comme d'une nature essentiellement cantonale. Le draguage du port était devisé à fr. 90,000 dont les $^{10}/_{21}$ soit fr. 42,000 environ étaient payés par les riverains. Pour le solde de fr. 48,000, il y eut transaction entre l'Etat et la Ville de Genève. En effet l'Etat demandait à la Ville de supporter dans son entier les frais du procès pendant entre lui et l'Etat de Vaud, et qui se montaient à environ fr. 70,000. La Ville de Genève contestait d'autre part que ces frais pussent être mis à sa charge.

Après discussion, une entente amiable intervint. L'Etat déclara conserver pour lui les frais du procès, tandis que la Ville prit à sa charge le draguage du port jusqu'à concurrence du cube prévu par le projet de régularisation.

La convention par laquelle la Ville releva l'Etat de Genève des engagements qu'il avait assumés par la convention intercantonale, fut signée le 23 janvier 1886 (voir Annexe III).

L'exécution des travaux devait se faire dans un délai de cinq ans à partir de l'entrée en vigueur de la convention. Ce délai était plus que suffisant pour leur exécution. Il était basé sur le fait que les Etats n'accordant leur subvention qu'en cinq annuités, la Ville de Genève ne pourrait être astreinte à exécuter les travaux dans un temps plus court.

Le Conseil fédéral exerçait la haute surveillance sur l'ensemble de l'opération, et était seul juge de la manière dont l'Etat, soit la Ville de Genève, auraient exécuté leurs engagements.

Telles étaient les bases de la convention relatives aux travaux de régularisation du niveau du lac.

Ces travaux étaient une partie intégrante de l'œuvre d'ensemble qui avait été entreprise; en outre, ils n'auraient pu être exécutés sans l'utilisation des forces motrices du Rhône, et d'autre part,' la construction des deux égouts collecteurs, Rive droite et Rive gauche était indissolublement liée à l'exécution du projet de régularisation et d'utilisation des forces motrices du Rhône.

Description sommaire des travaux reconnus comme nécessaires à la régularisation du niveau du Lac Léman

Les travaux exécutés par la Ville de Genève et ayant pour but l'utilisation des forces motrices du Rhône devaient atteindre un chiffre de dépenses bien supérieur à celui qui serait résulté des travaux qui auraient eu pour unique but la régularisation du niveau du lac Léman telle qu'elle avait été étudiée par MM. Pestalozzi et Legler en 1876.

Dans ce dernier projet, la dépense prévue ne comprenait que celle strictement nécessaire à la restitution des forces déjà existantes, soit à la Ville de Genève et aux usiniers riverains du Rhône ; il n'avait pas été tenu compte de certains travaux accessoires nécessités par la régularisation et qui furent mentionnés dans le détail estimatif annexé à la convention intercantonale.

Le Conseil administratif de la Ville de Genève, s'était inspiré du projet Pestalozzi et Legler pour l'élaboration du projet d'utilisation des forces motrices du Rhône en cours d'exécution, de sorte qu'il avait été assez facile d'établir un devis comparatif entre les travaux concernant l'utilisation des forces motrices du Rhône et ceux concernant la régularisation du niveau du Léman.

La Commission technique s'était occupée, dans ses deux séances, de la revision du détail estimatif présenté par le Conseil administratif de la Ville de Genève et de la qualité des articles qui y figuraient.

Elle avait décidé d'en opérer la classification en deux parties.

La catégorie A, comprenant les travaux concernant la Régularisation pour lesquels la dépense d'unité pouvait être déterminée d'une manière exacte par les situations établies au fur et à mesure de l'exécution des travaux.

La catégorie B, comprenant les travaux concernant la Régularisation pour lesquels la dépense ne pouvait s'établir que d'une manière approximative, par le fait que les travaux devisés seulement pour les besoins de la régularisation du Lac ne correspondaient pas parfaitement avec les travaux exécutés en vue de l'utilisation des Forces motrices, dont le coût et les proportions étaient plus élevés.

Détail estimatif des travaux

Catégorie A

§ 1. Draguage entre le pont des Bergues et le pont de la Machine

Ce draguage devait se faire dans le but d'établir, entre le pont des Bergues et le pont de la Machine, un plan régulier en pente douce, se raccordant avec les cotes de fond prévues pour le bras droit et pour le bras gauche, soit PN—4,50 (seuil du barrage) et PN—5,00 (cote initiale du bras gauche au droit du pont de la Machine).

En maintenant l'état des lieux, un rapide ou une chute aurait continué à subsister à l'amont du pont de la Machine.

Ce draguage était évalué à 11,000 mètres cubes et le coût en était évalué à Fr. 41,000 —

§ 2. Réfection du pont de la Machine et barrage a rideaux

La démolition de l'ancien barrage à poutrelles et l'approfondissement des deux bras du Rhône entraînaient la reconstruction du pont de la Machine.

MM. Pestalozzi et Legler avaient prévu sur le bras droit, à la partie inférieure de l'Ile, l'établissement d'un barrage à aiguilles de 36^m de longueur. La Ville de Genève se proposait de remplacer ce barrage par un barrage à rideaux de 47^m de longueur, construit en tête du bras droit, et dont les cadres de suspension seraient fixés à la partie amont du nouveau pont de la Machine.

Ainsi ces deux ouvrages étaient intimement liés, et le tableau qui donnait l'évaluation de la dépense, comprenait deux chapitres :

1° Le coût d'établissement du nouveau pont sur le bras gauche et devant le bâtiment de la Machine hydraulique, soit sur 103 mètres.

2° Le coût d'établissement du nouveau pont sur le bras droit, soit sur 47^m, y compris l'établissement du barrage à rideaux.

La réfection du pont de la Machine et la construction du barrage à rideaux étaient devisés à. . . . . Fr. 246,000 —

§ 3. Batardeaux

Pour exécuter les fondations du barrage mobile, l'abaissement des seuils des quatre anciennes machines, la construction du radier des vannes de décharge situées à la pointe aval de l'Ile, et la partie de l'égout collecteur située dans le lit même du fleuve, il était nécessaire de circonscrire ces ouvrages par une enceinte de batardeaux dont la longueur développée aurait été :

Pour abaissement des seuils, barrage mobile et égout.	220 mètres
Radier des vannes de décharge	100 »
Total . .	320 mètres

Mais il était à prévoir, et l'expérience a démontré que les approfondis-

A reporter . . . . Fr. 287,000 —

Report . . . . Fr. 287,000 —

sements des deux bras du Rhône, entre le pont de la Machine et le pont de la Coulouvrenière, ne pouvaient se faire à l'aide d'une drague, à cause des innombrables pilotis plantés dans le lit du fleuve à des époques très reculées; de sorte que, pour exécuter avec fruit ce travail, il fallait le faire à sec, à l'abri de batardeaux. En opérant de cette manière, la dépense relative aux batardeaux n'était que très peu augmentée ; car, dans ce cas, les longueurs respectives étaient :

A l'amont du pont de la Machine .	170 mètres	Batardeau transversal	150 m.
		» longitudinal	20 »
A l'amont du pont de la Coulouvrenière	180 »	Batardeau transversal	120 m.
		» longitudinal	60 »
Total . .	350 mètres		

Les batardeaux de retour étaient motivés par le fait que les travaux devaient s'exécuter en deux périodes.

La dépense relative aux batardeaux s'élevait à :

Pont de la Machine,	170^{m}	à Fr. 290 = ...	Fr. 49,300 —	
Pont de la Coulouvrenière	180^{m}	» 220 = ...	» 39,600 —	
		Total.		Fr. 88,900 —

§ 4. Abaissement des seuils des quatre anciennes machines et réfection des vannes d'entrée

Pour utiliser complètement la capacité de débit du bras droit régularisé, il était nécessaire d'abaisser les seuils des quatre anciennes machines jusqu'à la cote initiale prévue pour ce bras.

La dépense totale était calculée à . . . . Fr. 14,000 —

L'Etat de Genève se réservait cependant d'utiliser le coursier de la turbine Roy pour la construction d'une échelle à poissons demandée par le Conseil fédéral, en suite de l'obstacle qu'apporterait le nouveau barrage aux migrations du poisson.

§ 5. Etablissement d'un vannage entre l'ancienne Machine et la maison Sechehaye

Dans le projet de régularisation il y avait lieu de prévoir le cas où le lac atteindrait son niveau maximum, et où il serait par conséquent désirable de déverser dans le bras droit toute l'eau qui pouvait entrer par le canal industriel, afin d'éviter, si possible, une progression de hausse.

Il était donc nécessaire de ménager dans la digue séparative des deux bras des ouvertures suffisantes pour l'écoulement latéral, et c'était dans ce but que devaient être construites les vannes situées à la pointe aval de l'Ile et les vannes entre l'ancienne Machine et la maison Séchehaye.

A reporter . . . . Fr. 389,900 —

Report . . . . Fr. 389,900 —

Il existait entre ces derniers immeubles un espace de 15ᵐ, permettant l'établissement de 5 vannes de 3ᵐ d'ouverture.

Le coût de construction de ce vannage était devisé à. . . . . Fr. 30,300 —

§ 6. Approfondissement du bras droit

L'approfondissement du bras droit devait s'effectuer de l'emplacement du futur barrage mobile jusqu'à 130ᵐ en amont du limnimètre *Q*. Le cube à enlever, estimé d'après les profils relevés dans le Rhône, était de 42000 mètres cubes qui, à raison de fr. 2.40 le mètre cube, coûtaient 42000 × 2,40 = Fr. 100,800 —

§ 7. Restitution de forces aux usines de la rive droite

La réalisation du projet d'utilisation des forces motrices du Rhône n'entraînait pas la suppression immédiate des moteurs hydrauliques situés sur la rive droite du fleuve, au lieu dit : Creux de St-Jean ; car la Ville de Genève ne devait établir en premier lieu que les turbines strictement nécessaires aux besoins, et ce n'était que dans un avenir probablement très éloigné qu'elle aurait mis à contribution toute la force dont elle pouvait disposer.

La démolition des roues et digues accessoires, bien qu'elle fût prévue dans un avenir plus ou moins lointain pour l'Utilisation, intéressait donc pour une plus grande par la Régularisation, puisque cette dernière en demandait l'exécution immédiate.

La force à restituer aux usines du Creux de St-Jean s'estimait comme suit :

Moulins	David . . .	1	roue	21 chevaux.
»	»	2ᵉ	»	
»	Delamure . .	1ʳᵉ	»	10 »
»	Billon . . .	1	»	18 »
»	Jules David. .	1ʳᵉ	roue	35 »
»	»	2ᵉ	»	
»	Ferrand. . .	1ʳᵉ	»	6 »
»	» . .	2	»	5 »
»	Bellamy . .	1	»	5 »
		Total . .		100 chevaux.

Ces roues devaient être remplacées par neuf turbines.

Le coût de cette restitution de force était estimé à . . . . Fr. 53,180 —

§ 8. Enlèvement de la digue St-Jean-Coulouvrenière

L'enlèvement de la digue St-Jean-Coulouvrenière se rattachait à la restitution de forces aux usines de la Rive Droite.

La longueur développée de cette digue était d'environ 200ᵐ. Elle présentait sur un développement de 75ᵐ, un glacis incliné formant déversoir, construit en béton et dont la section moyenne était de 2 mètres carrés; il y avait donc une démolition de maçonnerie de 150 mètres cubes, évaluée à fr. 10 le mètre cube.

A reporter . . . . Fr. 574,180 —

Report . . . . Fr. 574,180 —

Sur l'autre partie, la face aval de la digue était garantie par un enrochement dont la section moyenne était de 2m, ce qui, pour une longueur de 125m, représentait un cube de 250 mètres cubes, dont le draguage était évalué à fr. 10 le mètre cube.

La dépense présumée s'élevait à . . . . » 7,300 —

§ 9. Approfondissement du bras gauche

L'approfondissement du bras gauche devait s'effectuer du Pont de la Machine au profil N° 50, en partant d'une cote de fond initiale PN—5.00 avec une pente de 0m001 jusqu'au droit de la pointe de l'Ile, et de 0m,0001 jusqu'au bâtiment des Turbines. A l'aval du bâtiment, la pente de fond devait être 0m,000372.

Le volume à enlever était de 64,000 mètres cubes, qui, à fr. 2 40 le mètre cube, coûtaient. . . . . » 153,600 —

§ 10. Restitution de forces aux usines de la rive gauche

Les usines de la rive gauche étant placées immédiatement à l'aval du futur bâtiment des turbines, devaient se trouver privées de leurs forces, et la restitution de ces forces entrait dans le domaine de la régularisation, puisque le nouveau bâtiment se trouvait dans les mêmes conditions que celui projeté par MM. Pestalozzi et Legler.

La force à restituer aux usines de la Coulouvrenière était de 50 chevaux :

Usine de Dégrossissage.	30 chevaux
Moulins Carlioz-Pélaz, 1re roue	12 »
» » 2e »	8 »
	50 chevaux

Ces 3 roues devaient être remplacées par 3 turbines, dont le prix était de » 10,000 —

§ 11. Vannes de décharge en aval de l'Ile

L'utilité de ces vannes a déjà été expliquée, elles étaient au nombre de douze et du même type que les vannes situées en amont de l'Ile, de sorte que leur prix de revient pouvait s'établir avec les mêmes données.

La dépense totale s'élevait à . . . . » 60,000 —

§ 12. Etablissement de trois nouvelles turbines et pompes

Le projet d'utilisation des forces motrices prévoyait l'établissement de 20 turbines de 300 chevaux chacune, représentant une force brute de 6000 chevaux. Dans une première période, la Ville de Genève ne devait établir que 6 turbines et pompes destinées à pourvoir aux besoins actuels et aux premiers besoins futurs. Trois de ces turbines, avec leurs pompes, intéressaient particulièrement la régularisation, puisqu'elles devaient restituer à la Ville de

A reporter . . . . Fr. 805,080 —

Report . . . . Fr. 805,080 —

Genève et aux différentes usines, à l'exception de celles de Souterre, la force dont elles disposaient alors.

L'emploi de ces trois turbines, de 210 chevaux effectifs chacune, devait être le suivant :

1 turbine pour remplacer les turbines Roy et Callon, ainsi que les roues Cordier.

1 turbine pour la restitution des forces aux différentes usines, excepté celle de Souterre.

1 turbine de réserve.

L'installation de trois turbines devait coûter : 3 × 100,865 = » 302,595 —

§ 13. Batiment nécessaire pour trois turbines

Le bâtiment devait être placé à la hauteur de la place des Volontaires. Vu le développement nécessaire à l'installation de 20 turbines, il devait être formé de deux corps, dont l'un, pouvant contenir 6 turbines, serait placé normalement au bras gauche, et l'autre, pouvant contenir 14 turbines, serait placé longitudinalement à ce bras, en diminuant ainsi d'autant la longueur de la digue séparative.

La portion du bâtiment nécessaire pour les trois turbines précitées devrait entrer au compte de la régularisation, et il faut considérer cette portion comme un bâtiment indépendant, c'est-à-dire composé de deux façades et de deux pignons ou façades latérales, indépendamment des fondations. Le bâtiment ainsi construit aurait 23^m de longueur et 24^m,50 de largeur, hors œuvre.

Les fondations du bâtiment ne devaient probablement pas pouvoir s'exécuter en même temps que les autres travaux ; il fallait donc prévoir une enceinte spéciale de batardeaux de 90 mètres de longueur, développée et estimée Fr. 220 le mètre courant, soit . . . . Fr. 19,800 —

De sorte que la dépense totale se serait élevée à :

Bâtiments	Fr.	165,100 —
Treuils	«	11,000 —
Batardeaux . . .	«	19,800 —

Total . . . . » 195,900 —

§ 14. Démolition des immeubles de l'Ile

Il existait sur le bras gauche, entre le pont de la Machine et le pont de l'Ile, une suite d'immeubles bâtis sur pilotis, qui rétrécissaient considérablement le lit du fleuve, pour produire ensuite un rélargissement brusque de section d'environ 9 mètres.

La plus petite largeur du Rhône dans cette partie de son cours était 22 mètres, tandis que les calculs de régularisation étaient faits pour une largeur moyenne de 36 mètres. Il était donc de toute nécessité d'enlever ces obstacles, qui auraient nui considérablement à la capacité de débit du bras gauche et maintenu le lac à un niveau supérieur à la cote prévue.

A reporter . . . . Fr. 1,303,375 —

Report	Fr.	1,303,375 —
La Ville de Genève avait fait estimer ces bâtiments par une commission d'experts, qui avait fixé à	»	197,240 —

l'indemnité locative et immobilière à payer aux propriétaires de ces immeubles.

Dans ce chiffre n'était pas compris le bâtiment de la vieille Machine hydraulique, qui existait sur le bras gauche avant 1840, et qui était propriété de la Ville.

§ 15. Construction du quai devant ces immeubles

La démolition des immeubles précités entraînait la construction d'un quai entre le pont de l'Ile et la digue séparative située entre la maison Séchehaye et la Machine hydraulique.

La construction de ce quai devait se faire à l'abri d'un batardeau spécial, s'il n'était pas nécessaire de barrer à nouveau le bras gauche.

La dépense de construction se détaillait comme suit :

Mur du quai . .	Fr.	12,200 —
Batardeaux . . .	»	7,800 —

Total	»	20,000 —

§ 16. Frais de déplacement des bateaux a laver

Les bateaux à laver, au nombre de quatre, qui étaient placés dans le bras gauche, entre le pont de l'Ile et la passerelle de la Halle, apportaient un obstacle à l'écoulement de l'eau, par suite du rétrécissement de section qu'ils occasionnaient. Ces bateaux avaient été conduits à l'aval du pont de la Coulouvrenière, où la section du fleuve était relativement grande. Deux de ces bateaux se trouvaient encore en tête du bras droit et du bras gauche et ils devaient aussi être déplacés.

En prenant pour base le coût du déplacement des quatre premiers bateaux qui s'était élevé à fr. 3,500, la dépense totale devait s'élever à	»	5,250 —

§ 17. Draguage du port et travaux accessoires, y compris conduite d'aspiration provisoire

Les Etats riverains avaient demandé que le niveau des hautes et basses eaux moyennes soit abaissé de 0m,10, car l'amplitude de 0m,60 entre les hautes et basses eaux leur paraissait faible à côté des fluctuations du régime actuel, qui atteignaient 2 et même 3 mètres.

Cet abaissement de 0m,10 rendait nécessaire le draguage du port de Genève parce qu'avec la cote PN. — 1,90, pour niveau des basses eaux, la navigation eût été entravée. Il fallait donc, en admettant 2 mètres comme minimum de tirant d'eau des barques en charge, que la cote de fond future du port fût PN. — 3,90.

Les profils relevés entre l'entrée du port et le pont du Mont-Blanc, indiquaient un cube de draguage de 45,000m³, évalué à fr. 90,000.

A reporter	Fr.	1,526,865 —

Report . . . . Fr. 1,526,865 —

Ce draguage ne pouvait pas s'effectuer sans troubler considérablement l'eau, et, pour éviter un retour de la grande épidémie typhoïde qui avait sévi l'hiver précédent à Genève, et qui avait été attribuée aux égouts débouchant dans le port, il était urgent de prolonger la conduite d'aspiration des pompes jusqu'en dehors des Jetées, soit sur une longueur de 1200 mètres. Cette canalisation provisoire devait être formée de canaux en bois ayant 0,85/0,85 de vide, et dont le prix du mètre courant était estimé fr. 50; de sorte que la dépense de ce chef s'élevait à fr. 60,000, qu'il fallait ajouter au coût du draguage, ce qui portait la dépense totale à . . . . » 150,000 —

§ 18. Epuisements

La fouille du bras gauche et du bras droit devait avoir en moyenne 420 mètres de longueur sur 80 mètres de largeur, soit 33,600 mètres carrés de surface. La nature étanche du fond empêchait les infiltrations entre les deux bras de sorte que les épuisements ne devaient avoir à triompher que des filtrations qui se seraient fait jour à travers les batardeaux. Pour faire face à toute éventualité, il était nécessaire d'avoir au moins trois pompes, capables d'élever chacune 500 mètres cubes d'eau en une heure. L'une de ces pompes ne servirait probablement qu'en cas de réparation de l'une des deux autres. Pour une hauteur d'élévation de 3m,50, la force des locomobiles actionnant ces pompes devait être de 10 chevaux.

La dépense, par jour de 24 heures, pour deux pompes en activité était devisée à . . . . Fr. 300 —

Et pour une pompe en repos . . . . « 25 —

Dépense journalière . . . . Fr. 325 —

Et pour 200 jours de travail 200 × 325 = » 65,000 —

Catégorie B

§ 19. Digue séparative et vannes d'introduction

Dans le projet de MM. Pestalozzi et Legler, la digue séparative s'étendait du pont de la Coulouvrenière jusqu'au droit du côté aval de la Place des Volontaires, et elle était prolongée par une paroi de madriers de 75 mètres de longueur. Elle séparait le canal de fuite du bras droit et devait avoir d'assez fortes dimensions à cause de la profondeur du canal de fuite.

Dans le projet d'Utilisation, cette digue s'étendait des vannes de décharge situées droit à l'amont du pont de la Coulouvrenière, jusqu'au bâtiment des Turbines qui en formait la continuation jusqu'à la place des Volontaires. Elle séparait ainsi le canal d'amenée du bras droit sur une longueur de 155 mètres, et ses dimensions étaient moindres que dans le premier cas; seulement, il fallait ajouter à son coût celui des vannes d'introduction des turbines, puisque ces vannes remplissaient le même but que si la digue avait existé comme dans le projet Pestalozzi et Legler.

A reporter . . . . Fr. 1,741,865 —

Report . . . . Fr. 1,741,865 —

Cette digue avait donc été classée dans la catégorie B, puisque celle projetée par l'Utilisation eût été construite différemment.

La digue projetée pour la Régularisation devait être construite en béton coulé dans une enceinte de pieux et palplanches de 8 mètres de longueur, avec une fiche moyenne de $3^{m},50$. Sa largeur était $2^{m},50$, et sa hauteur, y compris la fondation, $7^{m},50$. De sorte que le prix du mètre courant se serait élevé à fr. 600.

Soit pour 258 mètres (258 × 600) = fr. 154,800,

Le coût du mètre courant de la digue en charpente, faisant suite à cette digue en maçonnerie, était devisé à fr. 7575.

Il fallait ajouter à cette dépense le coût des trois vannes d'introduction des trois turbines de la Régularisation, puisque ces vannes fonctionnaient comme parties de la digue.

La dépense totale s'élevait donc à :

Digue en maçonnerie	Fr.	154,800 —
Digue en charpente	»	7,575 —
3 vannes d'introduction. . . .	»	18,000 —

Total . . . . » 180,375 —

§ 20. Reprise en sous-œuvre des quais existants

La longueur des quais limitant les deux bras du Rhône, du pont de la Machine jusqu'en aval du pont de la Coulouvrenière, était d'environ 1500 mètres (bras gauche 730^{m}, bras droit 770^{m}).

En supposant que la dépense par mètre courant s'élevât en moyenne à fr. 50, ce travail eût coûté . . . . » 75,000 —

Ce travail eût semblé rentrer dans la catégorie A, car l'estimation réelle du coût eût pu se faire d'après les situations de l'entreprise. Mais la Ville de Genève se proposait de construire un égout collecteur sur la rive droite, qui devait obliger la démolition du quai du Seujet. Dans ce cas, il n'y avait évidemment pas de reprise en sous-œuvre, et il fallait donc prévoir un prix à forfait. C'est pourquoi cet article avait été classé dans la catégorie *B*.

§ 21. Egout collecteur, petite section

La suppression du barrage à l'amont du pont de la Machine avait pour effet d'élever le plan d'eau dans le bras gauche, en sorte que tous les égouts qui débouchaient dans cette partie du fleuve eussent été submergés. La réalisation du projet Pestalozzi et Legler entraînait donc la construction d'un égout recueillant tous ces égouts secondaires et s'étendant de la place de la Petite Fusterie à l'extrémité aval du quai de la Poste, en supposant que le bâtiment des Turbines ait été placé droit à l'aval du pont de la Coulouvrenière.

Le grand égout collecteur projeté par l'utilisation des forces motrices

A reporter . . . . Fr. 1,996,440 —

Report . . . . Fr. 1,996,440 —

était d'une section beaucoup plus grande que celle du premier projet; mais il avait pour but de canaliser tous les égouts de l'agglomération genevoise.

La dépense portée dans cette article était donc une dépense fictive, calculé comparativement au coût du grand égout collecteur.

L'égout collecteur, petite section, comprenait un profil *B*, applicable sur 350 mètres, et un profil *C*, applicable sur 150 mètres.

Le prix de chaque profil se devisait comme suit :

Profil *B*. 350 mètres, à fr. 196 — le mètre . . .	Fr. 68,600 —	
Profil *C*. 150 » » 150 — » . . .	» 45,150 —	
Total		» 113,750 —
		Fr. 2,110,190 —
Frais généraux, surveillance et imprévu		» 210,310 —
Cout total des travaux concernant la régularisation du niveau du lac Léman		Fr. 2,320,500 —

Le tableau récapitulatif suivant est divisé en trois colonnes.

La première colonne renferme les dépenses occasionnées par les travaux nécessaires à la régularisation du niveau du Léman, et dont le détail fait l'objet de ce mémoire.

La deuxième colonne renferme les dépenses prévues par la Ville de Genève pour l'exécution du projet d'utilisation des forces motrices du Rhône, et dont le détail se trouve dans le troisième fascicule, projet n° 2.

La troisième colonne renferme les dépenses qui résulteraient d'un projet unique ayant pour double but la régularisation du niveau du lac Léman et l'utilisation des forces motrices du Rhône.



Récapitulation des dépenses

Numéros des paragraphes	INDICATION DES OUVRAGES	Coût des Travaux nécessaires à la Régularisation	Coût des Travaux d'Utilisation projetés par la Ville de Genève et exécutables par périodes successives	Coût des Projets d'ensemble Utilisation et Régularisation
	Catégorie A	Francs	Francs	Francs
1	Draguage entre le pont des Bergues et le pont de la Machine..........	41,000 —	....	41,000 —
2	Réfection du pont de la Machine et barrage à rideaux................	246,000 —	50,000 —	246,000 —
3	Batardeaux.........................	88,900 —	78,150 —	122,600 —
4	Abaissement des seuils des quatre anciennes machines...............	14,000 —	....	14,000 —
5	Établissement d'un vannage entre l'anc. machine et la maison Séchehaye..	30,300 —	....	30,300 —
6	Approfondissement du bras droit...	100,800 —	....	100,800 —
7	Restitution de forces aux usines de la rive droite....................	53,180 —	53,180 —	53,180 —
8	Enlèvement de la digue Saint-Jean-Coulouvrenière...................	7,300 —	7,300 —	7,300 —
9	Approfondissement du bras gauche..	153,600 —	594,000 —	594,000 —
10	Restitution de forces aux usines de la rive gauche...................	10,000 —	10,000 —	10,000 —
11	Vannes de décharge................	60,000 —	60,000 —	60,000 —
12	Établissement des turbines et pompes	302,595 —	1,037,000 —	1,037,000 —
13	Bâtiment nécessaire aux turbines.....	195,900 —	1,040,000 —	1,040,000 —
14	Démolition des immeubles de l'Ile...	197,240 —	....	197,240 —
15	Construction du quai devant ces immeubles	20,000 —	....	20,000 —
16	Frais de déplacement des bateaux à laver	5,250 —	5,250 —	5,250 —
17	Draguage du port et travaux accessoires, y compris conduite d'aspiration	150,000 —	330,000 —	330,000 —
18	Épuisements	65,000 —	65,000 —	65,000 —
	Catégorie B			
19	Digue séparative et vannes d'introduction..........................	180,375 —	230,000 —	230,000 —
20	Reprise en sous-œuvre des quais existants.........................	75,000 —	37,500 —	75,000 —
21	Égout collecteur, petite section.....	113,750 —	288,600 —	288,600 —
		2,110,190 —	3,885,980 —	4,567,270 —
	Études, surveillance, imprévu.......	210,310 —	389,020 —	456,730 —
		2,320,500 —	4,275,000 —	5,024,000 —

CHAPITRE XII

Les égouts collecteurs des deux rives

(Voir Atlas, Planche 21)

La création de collecteurs destinés à recevoir les eaux des canaux d'égout se déversant sur les rives du lac et du Rhône, dans le périmètre de l'agglomération genevoise, avait préoccupé la Direction des travaux de la Ville depuis un certain nombre d'années.

Le problème à résoudre présentait des difficultés assez sérieuses en raison du niveau uniforme des quartiers bas de la Ville et de ses abords, et du peu de hauteur des quais au-dessus de la nappe d'eau qui les baigne.

Cette situation se justifie par l'action régulatrice du lac Léman qui met la Ville de Genève à l'abri des inondations, mais elle rend, par contre, difficile l'écoulement normal des eaux souterraines et du contenu des égouts. Cette difficulté se fait particulièrement sentir à l'époque des hautes eaux du lac, qui coïncide précisément avec celle des pluies d'orage.

L'ancien réseau, quoique basé sur un principe rationnel, n'avait pas reçu un développement en rapport avec l'extension de la Ville et de sa banlieue. Il n'avait pas été modifié en suite de la création des nouveaux quartiers construits sur les anciennes fortifications, de l'augmentation de population des communes suburbaines des Eaux-Vives, de Plainpalais, et du Petit-Saconnex, toutes tributaires du réseau d'égouts de la Ville, et de l'usage toujours plus répandu de régulariser l'écoulement des eaux de pluie et d'assurer leur introduction dans les canaux par les gouffres de trottoirs.

L'insuffisance des égouts se manifestait surtout lors des pluies d'été. Dans cette circonstance les canaux descendant des quartiers hauts et doués d'une forte pente précipitent à un moment donné dans les égouts à pente faible des deux rives, une masse d'eau très supérieure à ce qu'ils peuvent débiter, de sorte que l'eau reflue, par les embranchements, dans le sous-sol des habitations, occasionnant ainsi des dégâts matériels et compromettant la salubrité publique.

Diverses solutions propres à prévenir des accidents semblables avaient été étudiées par l'administration municipale, notamment l'exécution de canaux de trop-plein destinés à conduire directement au fleuve par des orifices fonctionnant automatiquement, l'excédent de liquide contenu dans les égouts ; après examen, on reconnut que des expédients de ce genre présenteraient des inconvénients sérieux et ne seraient pas d'un fonctionnement assez sûr.

Il fallut donc en revenir à la solution rationnelle du problème, consistant à créer sur chaque rive des collecteurs à grande section susceptibles, malgré la faible pente disponible, de conduire en aval de la Ville même en temps de forte pluie, toutes les eaux charriées par les égouts.

Il est fait diverses allusions à ce projet dans les comptes rendus déjà anciens de l'administration municipale.

Il fallait pour le faire éclore, l'occasion des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône, dont les barrages devaient rendre impossible le maintien des bouches d'égout disposées de distance en distance sur les deux rives.

En 1881, la demande de concession des forces du Rhône présentée par la Société Henneberg fut l'occasion d'une première étude de collecteurs destinés à rejeter en aval de l'usine projetée l'apport des égouts des deux rives. Cette demande n'ayant pas abouti, la question ne fut pas poussée plus en avant et fut reprise seulement lorsque la Ville de Genève reçut elle-même la concession de la force motrice du Rhône.

En 1882, le Conseil administratif s'adressa au Conseil d'Etat pour lui proposer la formation d'une commission mixte composée de délégués de l'autorité cantonale, du Conseil administratif et des conseils municipaux des trois communes suburbaines intéressées, afin de suivre à l'étude projetée.

Cette proposition ayant reçu un accueil favorable, la commission fut composée de

MM. Héridier. Gavard. } Conseillers d'Etat.

D[r] Vincent, directeur du Bureau de Salubrité.

Wurth, ingénieur cantonal.

Pictet. Turrettini. } Conseillers administratifs de la Ville de Genève.

Odier, ingénieur municipal.

Merle d'Aubigné, directeur du service des Eaux.

Berlie, adjoint. D[r] Pasteur. } Délégués de la commune du Petit-Saconnex.

Bezuchet, maire. Collon. } Délégués de la commune de Plainpalais.

Muller-Brun, maire. J. Rehfous. } Délégués de la commune des Eaux-Vives.

Au cours de son mandat les mutations suivantes ont été opérées dans la composition de cette commission.

M. Héridier. Conseiller d'Etat fut remplacé par M. A. Dunant, conseiller d'État; M. Wurth, ingénieur cantonal, décédé, par M. Hug, son successeur.

M. Bezuchet, maire de la commune de Plainpalais, par M. Page, son successeur.

Cette commission se constitua sous la présidence de M. Turrettini. Les délégués du Conseil d'Etat reconnurent que l'entreprise projetée revêtait un caractère d'intérêt général et justifiait une participation financière du canton; de leur côté les délégués des communes se déclarèrent prêts à appuyer, au sein de leurs conseils municipaux, les demandes de crédit nécessaires. Le bureau des Travaux de la Ville fut chargé de l'étude d'un projet d'ensemble susceptible de satisfaire aux besoins des divers intérêts engagés.

Dans une agglomération urbaine dotée d'un service de voirie méthodiquement organisé, les égouts doivent être susceptibles de débiter à un moment donné, les apports d'eau fournis non seulement par les ménages et les services publics, mais aussi par les pluies. Dans une ville où les eaux des toits, des cours et des rues sont invariablement dirigées dans l'égout, la proportion

de l'eau recueillie, par rapport à l'eau tombée est relativement considérable; elle est beaucoup moindre dans les quartiers de banlieue où la superficie des jardins et chantiers favorise l'absorption par le sol.

L'observatoire de Genève a enregistré une chute d'eau de $1^{mm}44$ par minute, soit par seconde et par hectare de $0{,}24^{m^3}$; sans s'arrêter à un chiffre aussi exceptionnel, on peut admettre que, comme à Paris, le chiffre de $0{,}125^{m^3}$ par seconde et par hectare représente le maximum des éventualités admissibles. Mais, pour tenir compte des divers facteurs qui tendent à absorber une notable partie de cette eau, il convient de réduire encore de moitié la quantité d'eau tombée pour évaluer à peu près exactement le volume de liquide qui pénètre dans les égouts. Dans ces conditions, le calcul montre que la proportion de l'eau de pluie est environ quatre-vingt fois plus forte que celle de l'eau employée à Genève pour les besoins des ménages et des services publics.

C'est sur cette base que M. Odier, ingénieur de la Ville, a fait l'étude d'un réseau de collecteurs applicable au territoire desservi par le réseau ancien aussi bien qu'à une notable partie des communes suburbaines. Sur la rive gauche le tracé devait remonter jusqu'à la bifurcation de la route d'Hermance avec l'ancienne route des Eaux-Vives et avoir son débouché à l'extrémité aval de la presqu'île de la Jonction. Sur la rive droite, l'origine amont devait se trouver à l'extrémité nord du quai du Léman et le débouché au jardin de Saint-Jean.

Tout en prévoyant une profondeur suffisante des collecteurs, la pente disponible se trouvait être de $3^m{,}84$ sur la rive gauche pour un parcours de 3538^m et de $2^m{,}40$ sur la rive droite sur un développement de 2085^m.

L'examen du relief de terrain montrait, en outre, la convenance de diriger, par la rue Pierre Fatio et le cours de Rive, un embranchement secondaire destiné à recueillir les eaux du plateau des Tranchées et du quartier de la Terrassière, pour les verser dans le collecteur vers l'angle sud du jardin anglais. Ces divers tracés une fois arrêtés, l'auteur du projet fut conduit à envisager un certain nombre de bassins hydrographiques nettement séparés, soit par une ligne naturelle de partage des eaux, soit par le tracé même des égouts projetés; ces régions distinctes au nombre de quatre sur la rive gauche, et de deux seulement sur la rive droite, devaient se trouver desservies par les sections d'égouts désignées au tableau ci-après.

Leur superficie totale peut être évaluée à 258 hectares sur la rive gauche et 200 sur la rive droite.

L'adoption de ce programme plus vaste que celui qui a été réalisé, tenait compte dans une large mesure des éventualités de l'avenir et il importait d'une manière essentielle, d'arrêter les niveaux qu'il comportait, de façon à admettre l'achèvement ultérieur du réseau en suite de l'extension probable de l'agglomération genevoise.

Un des éléments essentiels à examiner dans l'étude d'un égout réside dans la pente qu'il est possible de lui attribuer. Ce facteur influe fortement sur son bon fonctionnement; comme le débit est le produit de la section du vide par la vitesse d'écoulement, il s'en suit que pour un volume d'eau déterminé, la dimension de la galerie peut-être réduite dans la mesure où la vitesse d'écoulement est augmentée.

Il y a donc un intérêt majeur à utiliser toute la pente disponible, d'autant plus qu'en dessous de certaines vitesses, les sables et autres éléments solides, ont la tendance à se déposer et à nécessiter des frais de curage par l'intervention de procédés spéciaux.

A Londres et à Paris, quelques grands collecteurs ont une pente qui ne dépasse pas $0^m{,}30$ par kilomètre, aussi est-on obligé de recourir continuellement à l'emploi de wagons et de bateaux-vannes manœuvrés par des équipes d'ouvriers. Les collecteurs de Genève ont dans la

règle une pente de 1 mètre par kilomètre, portée même à 1m30 sur la section du quai des Eaux-Vives et à 1m20 sur le quai des Pâquis.

Dans ces conditions, on peut admettre que, moyennant quelque surveillance, les collecteurs se nettoient d'eux-mêmes, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des moyens artificiels.

Il eût été néanmoins imprudent de ne pas utiliser l'auxiliaire énergique auquel il était possible de recourir avec une dépense minime, en lançant, de distance en distance, dans les galeries des deux rives, l'eau du lac, en toute saison notablement plus élevée que le radier des égouts. On pouvait provoquer à un moment donné des chasses d'eau d'un effet utile considérable.

Deux de ces vannes de chasse ont, en conséquence, été disposées sur chaque rive, l'une d'elles se trouve à l'extrémité amont de chaque collecteur.

Quant au choix des sections à adopter pour la galerie, si la forme ovoïde est la plus rationnelle au point de vue de l'écoulement de l'eau, par contre le profil à banquettes, permettant la circulation à pied sec et le parcours de wagonnets de service est d'un emploi plus pratique. Cette forme de galerie favorise aussi la pose et la surveillance des fils électriques et des canalisations d'eau à haute pression qui y sont logées, c'est pourquoi elle a été adoptée sur le parcours de la rive gauche entre le débouché aval et l'origine du quai des Eaux-Vives; pour toutes les autres sections, la forme ovoïde a été préférée.

Sur ces données les apports maximums à prévoir en temps de pluie d'orage sur les différentes sections ressortent aux chiffres suivants :

SECTIONS	DÉSIGNATION	PARCOURS	Territoire desservi en hectares	Chute de pluie par seconde	Apports cumulés par seconde avec réduction de moitié	Pente par mètre	Section de la galerie	Vitesse d'écoulement par seconde	Débit des collecteurs
		Mètres		Mèt. cubes	Mètres cubes		Mètres carrés	Mètres	Mètres cubes
I	Route d'Hermance — rue d'Italie...............	1,014 30	50	6 25	3 12	0,0013	Type B 3 04	1 327	4 03
II	Terrassière — rue d'Italie	425 —	75	9 37	4 68	0,007	Type A 2 02	2 947	5 95
III	Rue d'Italie — place de la Poste...............	976 50	33	4 12	9 86	0,001	Type D 7 54	1 444	10 88
IV	Pl. de la Poste — Jonction	1,547 20	100	12 50	16 11	0,001	Type E 8 97	1 508	13 53
V	Quai du Léman — Jardin St-Jean...............	2,055 40	67	8 37	4 18	0,001	Type C 5 03	1 264	6 36
VI	Jard. St-Jean — Débouché	30 —	133	16 62	12 49	0,001	Type C' 5 53	1 384	7 65

Ces chiffres s'appliquent à l'extrémité aval de chaque section. On peut observer que pour les sections d'amont, le débit calculé sur cette base est parfaitement assuré; que, par contre pour les sections d'aval des deux rives, les apports d'eau atteignent à des proportions presque, invraisemblables. En effet une chute de pluie de 45mm par heure équivaut à une vraie trombe d'eau, généralement d'une très courte durée, et n'affectant à un moment donné qu'un territoire restreint. Il n'était par conséquent pas à prévoir que les sections d'aval aient jamais à débiter l'une 16 mètres cubes à la seconde, l'autre 13.

Les chiffres du tableau ci-dessus permettent d'évaluer à 50 minutes environ, le temps nécessaire pour le parcours de l'eau dans l'égout rive gauche et 35 minutes sur la rive droite.

Le Conseil administratif désira soumettre le projet ainsi étudié à l'appréciation d'une personne compétente en pareille matière, et il s'adressa à A. Durand-Claye, ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur du service d'assainissement de la Seine, à Paris.

Cet ingénieur approuva les lignes générales, tout en formulant quelques observations dont il fut tenu compte dans l'étude du projet d'exécution. Durand-Claye admettait, en particulier, que les prévisions pouvaient être basées sur la moitié du débit des grandes averses, au lieu des deux tiers prévus dans le projet qui lui était soumis. Cette opinion a permis de réduire dans une certaine mesure les sections fixées à l'origine et de déférer ainsi aux vœux émis au sein de la commission, qui désirait que la dépense fût réduite au strict nécessaire.

Pour achever la description des collecteurs, il faut encore mentionner quelques détails secondaires. Des regards, soit cheminées d'égouts, pourvues d'échelles en fer, espacées de 120m en moyenne, ont été établies sur les collecteurs des deux rives. Des rails en fer placés de chaque côté de la cuvette de l'égout rive gauche permettent la circulation de wagonnets pour le transport des visiteurs des matériaux ou des pièces de canalisations.

Une galerie d'accès débouchant vers l'angle sud du Jardin Anglais donne un accès commode dans la galerie sur la rive gauche ; sur la place des Volontaires, a été disposé un regard de grandes dimensions muni d'un treuil pour l'entrée et la sortie des wagonnets de service.

Enfin des siphons en tôle, immergés et disposés au débouché des deux collecteurs, ont pour but de diriger leurs eaux dans le grand courant du fleuve; d'autre part, des portes automobiles, en forme de clapets, fonctionnent en temps de pluie sans l'intervention du siphon.

C'est sur cette base que le projet fut discuté au sein de la commission et que furent basées les premières évaluations. Par la suppression du tronçon place des Volontaires-Jonction, dont l'exécution pouvait être différée, la dépense était réduite à fr. 609,200 pour la rive gauche

	420,000	» droite
Au total fr.	1,029,200	

Bien que l'accord ne fût pas encore intervenu vers la fin de l'année 1883, la Ville de Genève se vit contrainte de prendre les devants, en profitant des facilités exceptionnelles qu'offrait la mise à sec du bras gauche du Rhône, pour établir le tronçon compris entre le pont de la Coulouvrenière et la place de la Petite-Fusterie.

Par son arrêté du 30 octobre 1883, le Conseil municipal, approuvant la mise à exécution du travail, votait un premier crédit de fr. 140,000 pour ce premier tronçon, et le Conseil d'Etat sanctionnait de son côté cette décision, en y affectant une première allocation de fr. 100,000.

En date du 11 novembre 1884, et en conformité de l'accord qui paraissait intervenu entre l'Etat, la Ville et les communes intéressées, le Conseil municipal allouait une nouvelle somme

de fr. 160,000, en vue de la continuation par le Grand-Quai, du collecteur arrêté provisoirement place de la Petite-Fusterie.

Les communes des Eaux-Vives et de Plainpalais affectaient respectivement des subventions de fr. 60,000 et 10,000 fr. à cette entreprise, et enfin dans sa séance du 28 janvier 1883, le Grand Conseil allouait une subvention nouvelle de fr. 150,000 pour l'ensemble du réseau, dont fr. 50,000 comme solde de sa participation aux collecteurs prévus sur la rive gauche, comprenant d'une part, la galerie principale longeant la rive du Lac et du Rhône et remontant jusqu'au chemin Du Roveray, et de l'autre l'embranchement de la rue Pierre Fatio et du Cours de Rive, dont l'extrémité était fixée à l'Octroi de la Terrassière.

En date du 18 octobre 1885, la commune du Petit-Saconnex votait en faveur de l'entreprise une subvention de fr. 40,000. L'exécution du projet dans son ensemble se trouvait dès lors assurée et les travaux pouvaient être poussés sans autre arrêt que celui correspondant aux mois d'été.

Enfin, en date du 28 février 1888, le Conseil municipal de la Ville allouait à l'entreprise un nouvel et dernier appel de fonds de 150,000 fr., pour l'achèvement de l'ensemble du réseau.

CHAPITRE XIII

Le développement des installations hydrauliques en 1886 et 1887

Le programme des travaux arrêté en 1883 par le Conseil administratif avait été fidèlement suivi, (voir page 110) et l'inauguration solennelle put avoir lieu le 17 mai 1886 par la mise en marche des cinq premières turbines et pompes. L'exécution de tous les travaux de la première période avait donc été accomplie en 2 ½ années.

Conventions pour la fourniture d'eau aux communes voisines

Dans le but de développer son système hydraulique en même temps que d'améliorer le régime des communes alimentées antérieurement par des sociétés particulières, la Ville passa en 1886 les conventions suivantes:

1° Avec la Société des eaux du Rhône, rive droite, pour le rachat de son réseau et la reprise du service hydraulique. Cette Société alimentait depuis une vingtaine d'années les communes du Petit-Saconnex, Grand-Saconnex, Vernier, Pregny, Bellevue et Genthod. La vente d'eau s'élevait à environ 500 litres à la minute, correspondant à une recette annuelle de Fr. 26,000.

Ce rachat fut opéré moyennant remboursement à la Société de Fr. 35,600 d'actions privilégiées et l'échange des actions ordinaires contre 220 obligations de Fr. 1,000 de la Ville de Genève, rapportant trois pour cent et remboursables en quarante années.

2° Avec la Société des eaux du Rhône, rive gauche, pour le rachat de son réseau et la reprise de son service hydraulique.

Cette Société alimentait les communes de Lancy et Onex d'environ 150 litres à la minute, correspondant à une recette annuelle d'environ Fr. 7,000.

Ce rachat fut opéré pour Fr. 47,500.

3° Avec les communes de Carouge, Petit-Saconnex, Grand-Saconnex, Vernier, Pregny, Bellevue, Genthod, Lancy, Onex, Bernex, Confignon, Plan-les-Ouates, Cologny et Vandœuvres, pour la distribution de l'eau sur le territoire de ces diverses communes.

Ces conventions sont toutes semblables, sauf celle avec la commune de Carouge. Elles donnent droit à la Ville de canaliser les chemins communaux et stipulent des conditions spéciales pour la fourniture d'eau aux dites communes.

La convention avec la commune de Carouge ne concerne que la distribution d'eau motrice et industrielle, à l'exclusion de l'eau ménagère, cette commune ayant auparavant donné un monopole à une société particulière pour la fourniture de l'eau d'alimentation.

Le Conseil administratif demanda deux crédits, pendant le courant de 1886 pour développer son réseau hydraulique:

L'un, de Fr. 200,000, en date d'avril 1886, avait pour but de subvenir aux frais de raccordement avec les réseaux des deux sociétés rachetées.

L'autre, de novembre de la même année, s'élevant à Fr. 105,000, avait pour but de prolonger

le réseau de la rive gauche de façon à alimenter les communes du Plan-les-Ouates, Bernex et Confignon avec lesquelles des conventions venaient d'être passées.

A la même date, le Conseil administratif demanda au Conseil municipal un crédit de Fr. 35.000 pour doubler le raccordement de canalisation entre la nouvelle usine hydraulique et l'ancien nœud des canalisations à basse pression qui se trouvait en l'Ile.

L'ancien réseau hydraulique ayant été, jusqu'en 1880, complètement alimenté par les machines placées en l'Ile, toutes les canalisations maîtresses destinées à desservir la Ville venaient converger dans ce quartier.

Lorsque le réservoir du Bois de la Bâtie avait été construit, une canalisation de 50 centimètres avait relié l'ancien réseau avec ce réservoir, et ce fut sur cette canalisation que vinrent se brancher les machines hydrauliques à vapeur qui n'étaient considérées alors que comme machines de secours. Dans ces conditions, l'alimentation principale se faisant au centre du réseau, la conduite reliant le centre avec le réservoir était encore suffisante.

Une fois les anciennes pompes et les machines à vapeur arrêtées, toute l'eau destinée à alimenter le réseau à basse pression venant du bâtiment des machines, à la Coulouvrenière, devait passer par cette même canalisation venant du réservoir et se réduisant à un diamètre de 35 centimètres, du boulevard de Plainpalais au centre du réseau de l'Ile.

Il en résultait que l'eau devait prendre dans ces canalisations, d'une capacité insuffisante pour un débit de 25,000$^{m^3}$ par jour, des vitesses telles que les pertes de charge devenaient énormes, et que la pression devait être maintenue à 60^m au bâtiment des turbines pour obtenir les 50^m nécessaires en l'Ile. Le réservoir était de ce fait rendu absolument inutile. Il restait plein, jour et nuit, et ne rendait plus aucun service.

Pour y remédier, il fallait établir sur le milieu du fleuve, le long de la digue longitudinale, une nouvelle canalisation de 50 centimètres de diamètre permettant d'alimenter directement le centre du réseau et de rendre l'ancienne canalisation à sa destination primitive, c'est-à-dire à l'alimentation du Bois de la Bâtie et à l'emploi en retour de l'eau revenant du dit réservoir.

Crédits pour la création d'un réservoir à Bessinges

L'augmentation considérable de la consommation d'eau dès les premiers mois de la mise en marche des nouvelles installations amena l'Administration municipale à étudier, dès la fin de 1886, le moyen d'augmenter le volume d'eau sous pression disponible.

Deux solutions étaient en présence :

1° L'augmentation du nombre des turbines et des pompes dans une proportion telle qu'à chaque instant le volume d'eau nécessaire puisse être refoulé dans les conduites.

2° La création d'un réservoir permettant de réutiliser pendant le jour le travail de nuit des turbines.

D'autre part les conventions passées avec les communes environnant la Ville nécessitaient que la hauteur du réservoir fût à 125^m au moins au-dessus du lac, si l'on voulait desservir les points culminants du canton.

L'emplacement du réservoir était donc tout désigné au point le plus élevé dans le voisinage le plus rapproché de la Ville.

C'était le coteau de Bessinges au-dessus du village de Cologny, à 4 kilomètres de la Ville. Le point culminant de ce coteau qui se trouvait à une hauteur de 125m au-dessus du niveau du lac était dans la propriété de M. Tronchin. Le Conseil administratif s'entendit avec ce propriétaire pour obtenir une servitude de construire le réservoir sur son terrain, moyennant la fourniture gratuite d'un certain volume d'eau.

Une fois cette convention passée, le Conseil administratif demanda au Conseil municipal les crédits nécessaires à l'exécution du réservoir; ces crédits se décomposaient comme suit:

Réservoir de Bessinges	Fr.	200,000
Canalisation allant de la Ville au réservoir .	»	270,000
	Fr.	470,000

Le réservoir devait avoir une capacité de 12500 mètres cubes, et la canalisation de jonction était prévue à 600 millimètres de diamètre; sa longueur jusqu'à son raccordement avec le réseau à haute pression, à l'angle du Jardin Anglais, était de 4 kilomètres.

Il avait été question dans le rapport de 1883, à l'appui de la première demande de crédit pour les travaux du Rhône, de la création d'un réservoir au Grand-Saconnex, mais ce réservoir devait avoir à ce moment là, dans l'esprit de M. Turrettini, une autre fonction que celle qu'avait à remplir le réservoir demandé en 1886; il s'agissait en 1883 simplement d'un réservoir destiné à régulariser la force; on estima alors que de simples réservoirs en tôle placés dans le bâtiment des turbines et contenant de l'air comprimé, permettraient de régulariser suffisamment le service encore réduit au fonctionnement de deux turbines à haute pression; cette manière de faire était plus économique que la création d'un grand réservoir

A la fin de 1886, la force disponible étant absolument absorbée, il y avait à examiner si il y avait avantage à emmagasiner le travail des turbines existantes, pendant les heures où il serait inutilisé, ou bien à créer de nouvelles turbines.

Le Conseil administratif proposa la première de ces alternatives, c'est-à-dire la création d'un réservoir.

En effet la dépense pour la création de trois nouvelles turbines était, à peu de chose près, la même que pour la création du réservoir demandé, mais cette seconde solution avait l'avantage de rendre en même temps beaucoup plus régulière la distribution de la force aux divers industriels, puisqu'elle permettait de ne pas se préoccuper d'avoir toujours au bâtiment des turbines un volume d'eau fourni exactement égal au volume d'eau consommé par l'industrie, le réservoir faisant la différence au moment voulu pour parfaire aux variations du service. Ce réservoir permettait à l'excès d'eau causé tout à coup (à midi, par exemple, au moment où l'on arrête les ateliers) d'avoir un exutoire et empêchait ainsi des ruptures qui seraient devenues inévitables dans une colonne sous pression alimentée par six turbines dont les principales issues se seraient trouvées brusquement fermées.

La restitution de force par un réservoir ordinaire offrait cependant un inconvénient assez grave; grâce aux pertes de charge, la pression aurait varié de 12 à 15 mètres dans les différentes heures de la journée, suivant que le réservoir aurait fourni l'appoint nécessaire à la consommation ou aurait servi à emmagasiner; cette différence de pression aurait été fort sensible, du moment où il s'agissait de transmettre une force constante et régulière dans tous les points du réseau.

Pour obvier à cet inconvénient, M. Turrettini trouva la solution suivante: une pompe centrifuge, capable de débiter l'équivalent d'eau fourni par trois turbines à haute pression,

se trouverait placée entre la Ville et le réservoir de Bessinges, dans un des points les plus bas du réseau ; cette pompe serait actionnée par une turbine de 100 chevaux mue par l'eau sous pression de la canalisation allant au réservoir ; le travail de cette pompe aurait pour résultat d'augmenter de 12 à 15 mètres la pression de la canalisation, entre le point où elle serait installée et le réseau de la ville, de façon à compenser, par une surélévation de pression équivalent, la perte de charge due au frottement de l'eau dans les tuyaux au retour du réservoir.

Il pouvait sembler au premier abord que ce dispositif amènerait une perte de 100 chevaux, mais cette force devait se retrouver entièrement, d'une part par l'augmentation de pression de l'eau refoulée par la pompe centrifuge, et, d'autre part, par l'augmentation de travail des turbines motrices, qui, ayant à refouler l'eau de 12 à 15 mètres plus haut qu'elles n'auraient à le faire sans ce dispositif spécial, prenaient sur le Rhône une quantité de force correspondante à l'augmentation de travail qu'elles avaient à faire et par conséquent récupéraient le travail dépensé par la turbine qui actionne la pompe centrifuge.

La turbine de cette pompe devait être mise en train au moyen d'un servo-moteur, régularisant automatiquement la vitesse de la turbine, de façon que la pompe centrifuge agit d'autant plus que la perte de charge dans la canalisation augmentait. Ce dispositif se composait d'éléments connus et déjà employés dans l'industrie et ne laissait pas d'incertitude au point de vue de la sécurité et de la constance du service. M. l'ingénieur P. Piccard avait été chargé de l'étude relative à la construction de cet appareil. On verra plus loin que le résultat désiré a été obtenu.

Le réservoir lui-même devait former un grand parallélogramme de $52^{m},88 \times 46^{m},64$ à sa base, il devait être construit avec piles en maçonnerie à l'intérieur supportant 56 voûtes d'arête en béton ; les murs de pourtour seraient, suivant le prix d'adjudication, en béton ou en meillerie. La hauteur du réservoir au-dessus du sol naturel devait avoir en moyenne 7,50 m. L'emplacement de Bessinges convenait à tous les points de vue pour le service que la Ville était en droit d'en attendre ; il était à peu près à la même cote que le sommet du coteau de Bernex, avec cet immense avantage que la canalisation ne devait être que de 4 kilomètres, tandis qu'elle aurait été de 7 kilomètres pour Bernex.

Crédit pour l'établissement d'une sixième turbine

Le Conseil administratif demanda, en même temps au Conseil municipal l'autorisation d'établir la sixième turbine qui complétait les six emplacements de la première période du bâtiment, perpendiculaire à la rive.

Le crédit s'élevait à la somme de . . . . Fr. 110,000

A l'appui de ces diverses demandes, M. Turrettini avait présenté, au nom du Conseil administratif, une justification financière prouvant que l'intérêt et l'amortissement de ces installations étaient assurés, dès leur mise en fonctionnement. (*Mémorial* 1886-1887, p. 181).

CHAPITRE XIV

Développement des installations hydrauliques en 1888

Les crédits pour l'exécution des travaux de la seconde période

Lorsque le projet relatif à l'utilisation des forces motrices du Rhône avait été soumis, en 1883, au Conseil municipal, l'ensemble des travaux à exécuter était réparti en deux périodes distinctes, afin de permettre le développement rationnel et successif des dépenses, au fur et à mesure des recettes nouvelles opérées par la mise en activité des nouvelles installations.

L'ensemble du projet prévoyait, en outre, toute une série de travaux, indépendants dans une certaine mesure de l'utilisation proprement dite des forces motrices du Rhône, et plus spécialement destinés à assurer, moyennant subvention équitable des intéressés, la régularisation du niveau du lac Léman.

Enfin, sur ce groupe de travaux, venait se greffer la construction des égouts collecteurs des deux rives du Rhône, opération d'une haute importance pour la santé publique et dont l'exécution était intimement liée, soit au point de vue économique, soit au point de vue hygiénique, avec les projets énumérés plus haut.

Ce programme avait été suivi presque sans modification, et les travaux de la première période de l'utilisation des forces motrices du Rhône, les travaux spécialement destinés à la régularisation du lac, et les travaux de construction des deux égouts collecteurs étaient terminés au milieu de 1887. Le service hydraulique prenait un développement progressif qui amenait le Conseil municipal actuel à voter, sur la proposition du Conseil administratif, la création de nouvelles canalisations d'eau, simultanément avec la construction d'un réservoir supérieur de 12,500 mètres cubes, pour le réseau à haute pression, réservoir destiné à la fois à assurer la régularité du service et à emmagasiner l'excédent du travail de nuit des turbines déjà installées.

Les ouvrages ainsi exécutés étaient d'abord ceux compris dans la première période des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône, programme adopté par le Conseil municipal dans sa séance du 30 octobre 1883 (crédit de deux millions) à savoir :

1° L'approfondissement et le nivellement du bras gauche du Rhône, du pont de la Machine au bâtiment des turbines, la cote de fond au pont de la Machine devant être de 5 mètres sous PN., — et la pente de $0^{m},001$.

2° La construction de vannes de décharge en aval de l'Ile sur une longueur de 36 mètres. La construction d'une digue longitudinale séparant le Rhône en deux bras, de l'aval de l'Ile jusqu'à la tête du bâtiment des turbines.

4° La construction définitive de la partie transversale du bâtiment des turbines, aménagée pour recevoir six turbines de 300 chevaux bruts chacune et leurs pompes élévatoires.

5° La construction de l'infra-structure de la partie longitudinale du bâtiment des turbines, cette seconde partie devant être aménagée pour recevoir ultérieurement quatorze turbines de 300 chevaux chacune.

6° L'établissement de quatre des six turbines et pompes de la première partie du bâtiment.

7° Le draguage du Rhône en aval du bâtiment des turbines jusqu'aux moulins de Sonterre.

8° La restitution de force aux usiniers de la rive gauche du Rhône.

9° L'exécution d'un premier réseau de canalisations à haute pression.

Simultanément avec ce crédit de deux millions, le Conseil municipal votait un crédit de fr. 140,000 pour l'exécution d'un premier tronçon du collecteur de la rive gauche, allant de la Petite-Fusterie à l'aval du bâtiment des turbines. L'Etat et la commune de Plainpalais allouaient une subvention de fr. 110,000 pour leur part dans ce travail.

D'autre part, le 7 décembre 1883, le Conseil votait un crédit de fr. 50.000 pour la reconstruction, simultanément aux travaux du bras gauche, de la moitié du pont de la Machine.

L'épidémie typhoïde du printemps de 1884 hâta bientôt l'achèvement des égouts collecteurs des deux rives du lac et du Rhône par le vote d'un nouveau crédit de fr. 160,000 (arrêté du Conseil municipal du 11 novembre 1884), d'un nouveau crédit de l'Etat de Genève de fr. 100,000 et de fr. 60,000 de la commune des Eaux-Vives en faveur du collecteur rive gauche, et par le vote d'un crédit de fr. 200,000 du Conseil municipal, de fr. 150,000 de l'Etat de Genève, et de fr. 40,000 de la commune du Petit-Saconnex en faveur du collecteur rive droite. Simultanément, la conduite d'aspiration des machines hydrauliques de la Ville était poussée, dans l'été de 1884, du rond-point des Bergues jusqu'au dehors des jetées, afin de puiser une eau débarrassée des impuretés qui pouvaient souiller le port. Ce travail était exécuté au moyen d'un crédit de 50,000 francs du Conseil municipal, de fr. 30,000 de l'Etat de Genève, le solde de fr. 22,000 étant à prendre sur les subventions de la Confédération et des Etats riverains pour la régularisation du lac, subventions qui avaient été obtenues pendant l'exécution de ces travaux.

Pendant le cours des travaux de la première période de l'utilisation des forces motrices du Rhône, la convention intercantonale était intervenue entre la Confédération, les Etats de Vaud et du Valais d'une part, et l'Etat de Genève, agissant pour le compte de la Ville de Genève, d'autre part; moyennant une subvention de fr. 1,105,000, divisée comme suit : fr. 773,500, de la Confédération, et fr. 331,500 des Etats de Vaud et du Valais, la Ville de Genève s'engageait à exécuter à forfait et à ses risques et périls (en sus des travaux proprement dits d'utilisation des forces motrices du Rhône) la série des travaux suivants :

1° Draguage de 45,000 mètres cubes dans le port pour faciliter la navigation.

2° Draguages entre le pont du Mont-Blanc et le pont de la Machine.

3° Construction d'un barrage à rideau, système Caméré, faisant corps avec l'exécution de la seconde moitié du pont de la Machine.

4° Abaissement des seuils des coursiers de l'ancienne machine hydraulique.

5° Construction d'un vannage de 15 mètres entre l'ancienne machine et la tête de l'Ile.

6° Approfondissement du bras droit du Rhône, dès l'aval du barrage à rideaux (PN. — 5m50) jusqu'à l'aval du bâtiment des turbines, avec une pente de fond de 0,0013.

7° Restitution de force aux usiniers de la rive droite du Rhône.

8° Exécution d'une cinquième turbine destinée à la restitution de force à ces usiniers.

9° Démolition des immeubles faisant saillie sur le Rhône, dans le bras gauche, en face du quai Besançon-Hugues.

10° Construction d'un quai devant ces immeubles.

La Ville de Genève s'engageait à terminer l'ensemble de ces travaux pour la fin de l'année 1886.

Au cours de l'exécution de ces divers travaux et vu le développement pris par le service hydraulique, soit du fait de la vente de force motrice, soit du fait du rachat des Sociétés des Eaux du Rhône, Rive droite et Rive gauche, et des conventions passées avec toutes les communes avoisinantes, le Conseil municipal était appelé à voter, en avril 1886, un nouveau crédit de 200 mille francs pour le développement du réseau de canalisation à haute pression, et en janvier 1887, un crédit de fr. 720,000 affecté à l'ensemble des travaux suivants :

1° Construction d'un réservoir de 12,500 mètres cubes, à Bessinge, pour le réseau hydraulique à haute pression.

2° Etablissement d'une canalisation de grande section reliant la Ville à ce réservoir.

3° Installation d'une sixième turbine et pompe complétant le nombre des turbines qui pouvaient être installées dans la première partie du bâtiment des turbines.

4° Etablissement de canalisations nouvelles, à haute et à basse pression, pour suffire à l'extension du service.

L'ensemble de toute cette série de travaux était terminé à fin 1887. La nouvelle installation hydraulique avait été inaugurée le 17 mai 1886, le barrage à rideaux et les autres ouvrages d'art du bras droit du Rhône fonctionnaient depuis le mois de juillet 1887; la sixième turbine était en marche depuis la même époque. Le réservoir à haute pression de Bessinge était achevé et pouvait être mis en service avant la fin de l'année et toutes les canalisations hydrauliques successivement prévues avaient été posées, de sorte que la Ville alimentait d'eau non seulement son propre territoire, mais celui des communes de Plainpalais, Carouge, Eaux-Vives, Petit-Saconnex, Genthod, Bellevue, Pregny, Grand-Saconnex, Vernier, Lancy, Onex, Bernex, Confignon, Plan-les-Ouates et Troinex. A la fin de 1887, la Ville distribuait la force motrice à domicile par 175 moteurs, dont la force varie depuis 70 chevaux jusqu'à un demi-cheval.

Ces 175 moteurs étaient répartis chez 145 industriels différents, quelques uns d'entre eux possédant deux moteurs.

Grâce à l'emploi de la transmission hydraulique, cette force considérable, représentant près près d'un millier de chevaux comme force développée au bâtiment des turbines était répartie jusqu'à une distance de deux kilomètres dans toute l'agglomération de la Ville et de la banlieue, sans qu'aucun quartier fût spécialement privilégié.

Le développement important qu'avait pris, d'emblée, la distribution de force, en un mot, la réussite, au delà des prévisions les plus optimistes, des nouvelles installations municipales, provenait avant tout de ce que, grâce au système de transmission adopté, la Ville avait été chercher l'industriel chez lui, au lieu de l'obliger à se déplacer pour se rapprocher du lieu de production de la force motrice.

Aussi, malgré le surcroit de force que donnait la mise en service du réservoir de Bessinge, la Ville ne pouvait satisfaire aux nombreuses demandes de force qui lui étaient adressées, aux engagements qu'elle avait pris vis-à-vis de la Société d'appareillage électrique pour fournir la force destinée à l'éclairage électrique des particuliers, ni à la nouvelle force qui devait être absorbée immédiatement par l'éclairage électrique du théâtre. Elle devait aborder l'exécution de la seconde période des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône, suivant le programme contenu dans

le troisième fascicule relatif aux travaux du Rhône, et cela tout en tenant compte des progrès faits par la science et l'industrie depuis l'époque où avait été publié cet ouvrage.

La seconde période des travaux, telle qu'elle avait été devisée en 1883, comprenait les travaux suivants (voir Fascicule III, page 124) :

Achèvement des draguages jusqu'à la Jonction	Fr.	330,000 —
Achèvement des vannes d'introduction, avec leurs moteurs . . .	»	53,000 —
Achèvement du bâtiment des turbines, avec passerelles et râteliers .	»	621,915 —
Etablissement de 16 nouvelles turbines (non compris les pompes) .	»	432,000 —
Digue du canal de fuite (2me période)	»	20,200 —
Restitution de force aux usines de Souterre	»	30,000 —
	Fr.	1,487,115 —
Imprévu 10 %	»	148,711 50
	Fr.	1,635,826 50

La partie des travaux dont les crédits furent demandés à la fin de 1887 différait peu de ce devis.

Elle comprenait, comme dans le devis primitif, l'achèvement des draguages, l'achèvement des vannes d'introduction, la construction de la digue du canal de fuite de la seconde période.

Elle en différait sur les autres points en ce que, prévoyant l'achèvement immédiat des fondations du bâtiment sur toute son étendue jusqu'au niveau du sol des pompes (fr. 352,500), le nouveau devis n'admettait, pour le moment, l'achèvement complet du bâtiment proprement dit que pour six nouvelles turbines (Fr. 172,500), remettant à plus tard l'achèvement du bâtiment pour les huit turbines restantes (Fr. 190,000).

Dans ces conditions, le devis relatif au bâtiment partiellement achevé s'élevait à fr. 525,000.

Dans le cas possible où le Conseil municipal eût préféré terminer, une fois pour toutes, tout le bâtiment, le devis se serait élevé, y compris le 10 % d'imprévu, à 715,000 fr. D'après le devis primitif, l'achèvement aurait coûté, en tenant compte aussi du 10 % d'imprévu, 684,106 fr. — La différence provenait principalement de la façade monumentale (semblable à celle qui se trouve sur la place des Volontaires), qui était projetée sur la face du bâtiment faisant front au pont de la Coulouvrenière.

D'autre part, le devis primitif de la deuxième période contenait le coût des seize turbines restant à faire, alors que quatre seulement étaient prévues dans le devis de la première période.

A fin 1887, sur ces seize turbines, deux étaient déjà installées, et l'on se proposait d'en établir encore deux autres pour satisfaire aux premiers besoins. Le devis de ces deux nouvelles turbines était de 27,000 fr. l'une, comme au devis primitif. Par contre, le devis primitif ne tenait pas compte du coût des pompes, que l'on devait installer, car il n'eût pas été possible, en 1883, de préciser comment la force disponible sur l'arbre des turbines serait utilisée.

Le dernier article de l'ancien devis, restitution de force aux usines de Souterre, n'avait plus sa raison d'être, cette force ayant déjà été restituée, de façon à faire bénéficier l'installation de la chute qui y existait.

DESCRIPTION DES TRAVAUX PROJETÉS EN 1887

A) Travaux concernant la création de la force motrice

1° Achèvement des fondations des Bâtiments des turbines (IIme période)

Le projet d'ensemble des travaux d'utilisation des forces motrices du Rhône prévoyait que la force disponible sur le Rhône, une fois les travaux achevés, serait de 6000 chevaux bruts. Les 6000 chevaux devaient être répartis sur 20 turbines de 300 chevaux. Ces vingt turbines nécessitaient un développement de bâtiment correspondant à 6m,50 par turbine, soit à 130 mètres au minimum pour le bâtiment tout entier. Il y avait lieu, en outre, de ménager au bras droit du Rhône, en dehors du bâtiment des turbines, une largeur minimum de 50 mètres, si l'on ne voulait pas nuire à l'écoulement libre du bras destiné à la régularisation du lac. Or, la largeur du Rhône au droit du bâtiment des turbines n'atteint pas 130 mètres. Il avait donc été de toute nécessité de briser le bâtiment en deux parties distinctes, afin de satisfaire à ces diverses obligations. Le premier tronçon, perpendiculaire à la rive, fut prévu pour six turbines, et le second tronçon, faisant un léger angle avec l'axe du fleuve, afin de tenir compte des conditions de bonne arrivée et de bonne évacuation de l'eau motrice fut étudié pour recevoir les quatorze turbines futures.

Le système de mise à sec générale adopté pour l'ensemble des travaux du Rhône rendait avantageuse l'exécution immédiate des fondations de la seconde période du bâtiment dans la mesure nécessaire pour que, plus tard, lors de l'achèvement définitif de la construction, il fût possible de mettre à sec sans batardeaux spéciaux, l'intérieur du bâtiment commencé. On évitait ainsi dans l'avenir des dépenses fort considérables.

Dans cet esprit, le projet primitif prévoyait comme exécutoire dans la première période des travaux, les murs, avant-becs et arrière-becs des quatorze turbines, ainsi que les radiers du canal d'amenée et du canal de fuite, joints par le mur de retombée. Il suffisait ensuite, pour procéder à l'achèvement, de se servir des vannes d'introduction et des vannes de fuite, pour rendre étanche l'intérieur du bâtiment et l'épuiser à peu de frais.

Il s'agissait de terminer dans ces conditions en 1888, les fondations intérieures du bâtiment, représentant environ 7300 mètres cubes de béton de chaux et de béton de ciment.

Les voûtes à exécuter représentaient une surface de 6000 mètres carrés.

Dans le devis des fondations, étaient comprises les grilles de garde à l'amont du bâtiment et les passerelles de service placées sur les avant-becs et les arrière-becs.

Le total du devis s'élevait, y compris 10 °/₀ d'imprévu, à Fr. 352,500.

2° Bâtiment proprement dit pour les turbines

L'achèvement complet du bâtiment des turbines pour les quatorze turbines restant encore à installer, se serait élevé à la somme de Fr. 302,500, en y comprenant 10 °/₀ pour imprévu.

Le bâtiment ainsi construit devait être la reproduction exacte de la partie du bâtiment déjà terminée. Une façade monumentale semblable à celle qui se trouve sur la place des Volontaires, devait s'élever à l'extrémité du bâtiment faisant face au pont de la Coulouvrenière (voir Atlas Planche 24).

Il parut cependant plus sage au Conseil administratif de réduire à de plus faibles propor-

tions la nouvelle partie du bâtiment qui serait exécutée immédiatement. La justification financière eût été rendue plus aléatoire par l'exécution immédiate de tout le bâtiment.

Aussi le Conseil administratif proposait de procéder immédiatement à l'exécution de la partie du bâtiment nécessaire à l'installation successive de six turbines nouvelles, renvoyant à plus tard l'achèvement définitif.

Dans ce cas, la façade provisoire en bois qui fermait le bâtiment du côté nord serait reportée jusqu'à l'emplacement ménagé pour la turbine n° 13.

Dans ces conditions, le devis pour 6 turbines était réduit à la somme de Fr. 172,500, se décomposant comme suit :

8 travées, à fr. 20,077 —	Fr. 160,616 —
Transport de la façade provisoire.	» 2,000 —
Deux treuils roulants.	» 9,800 —
Total	Fr. 172,416 —

soit, y compris 10 % d'imprévu déjà comptés, Fr. 172,500 —

3° Achèvement de vingt-quatre vannes d'introduction

Des quarante vannes d'introduction que comportait le bâtiment complet, seize étaient déjà en place, ainsi que le panneau inférieur des vingt-quatre dernières. Il ne restait donc plus à installer que le panneau supérieur et le mécanisme de vingt-quatre vannes. Ceci explique la réduction à Fr. 25,000 du devis d'achèvement, prévu à l'origine à Fr. 50,000.

4° Digue du canal de fuite

La digue du canal de fuite des quatorze turbines faisant partie de la seconde période des travaux était prévue et devisée au fascicule n° III, page 239, pour fr. 20,200. Sa construction était différente de celle qui était projetée en 1887 ; l'ancien projet se composait d'une paroi en pieux et palplanches. La digue nouvelle était projetée toute en gros enrochements. Son coût était estimé à Fr. 20,000, soit sensiblement au devis primitif.

La nature des matériaux employés devait assurer une plus grande durée.

5° Draguages

Le cube de draguages et approfondissements en aval du pont de la Machine, dans le lit du Rhône, prévu pour la première période des travaux du Rhône, s'élevait à 110,000 mètres cubes, chiffre auquel il y avait lieu d'ajouter 42,000 mètres cubes de draguages plus spécialement relatifs à la régularisation du lac et devant s'exécuter dans le bras droit.

Le cube total voté avant 1887 était donc de 152,000 mètres cubes.

Cette somme de travaux ne correspondait qu'à l'approfondissement du lit du Rhône jusqu'au-dessus des moulins de Souterre.

L'approfondissement depuis les moulins de Souterre à l'aval, jusqu'à la Jonction, devait nécessiter l'extraction de 145,000 mètres cubes, ce qui portait à 297,000 mètres cubes le total des déblais à sortir du Rhône.

L'obligation d'augmenter la chute au bâtiment des turbines de toute la chute existant aux moulins de Souterre, avait amené la direction des travaux à draguer, dès la première période, jusqu'à 200 mètres environ en aval du moulin de Souterre, de sorte que le cube de déblais extraits du Rhône à fin 1887 s'élèvait à 192,000 mètres cubes environ.

Il restait donc en chiffre rond 100,000 mètres cubes à draguer pour achever les travaux prévus pour la seconde période.

Tandis que le prix prévu à l'origine était de Fr. 2,40, le prix moyen fixé pour l'achèvement n'était plus que de Fr. 2. Cette différence était la conséquence de la convention avec MM. J. Chappuis et C° qui prévoit qu'au delà de 120,000 mètres extraits avec la grande drague, le prix d'amortissement du matériel de draguage sera réduit de Fr. 0,40 par mètre cube.

La chute au bâtiment des turbines devait être augmentée d'environ 40 centimètres par l'achèvement des draguages jusqu'à la Jonction. Cette augmentation de chute devait être obtenue avan 1890 pour que les turbines puissent fonctionner dès cette époque avec la chute normale d'été (1^m,680).

En effet, dès 1890, la régularisation du lac entrerait en vigueur, et la cote de l'eau à l'amont du bâtiment des turbines ne serait plus qu'à PN — 1^m,65. La chute nécessaire aux turbines étant de 1^m,68, le niveau d'aval ne devrait pas dépasser pendant les hautes eaux d'été la cote de PN — 3^m,33. Or, elle avait atteint (6 août 1872) la cote de PN — 0^m,95. L'abaissement du niveau d'aval de 0^m,40, était donc nécessaire si l'on voulait conserver pendant toute l'année la force brute de 300 chevaux par turbine.

6° Deux turbines et pompes, n°s 7 et 8

Les deux turbines et pompes qu'il s'agissait d'installer à nouveau devaient être exactement semblables à la pompe n° 3, la dernière installée. La construction de cette pompe avait bénéficié, en effet, des expériences faites sur les pompes précédemment placées, et donné un rendement supérieur. Le coût de ces deux pompes était donc basé sur le prix de revient de la pompe n° 3, et s'élevait à Fr. 170,000.

B) Travaux concernant l'utilisation de la force

7° Complément du réseau hydraulique à haute pression

Il y avait lieu, pour assurer la régularité du service hydraulique à haute pression, d'établir deux canalisations de ceinture, reliant les conduites principales et permettant d'alimenter le réseau, soit depuis le réservoir, soit depuis les pompes élévatoires, même en cas de rupture dans la canalisation passant par l'égout collecteur qui relie le point de départ de la canalisation de 600 millimètres allant au réservoir de Bessinges avec le bâtiment des turbines. La canalisation de ceinture projetée de 400 millimètres de diamètre devait relier la canalisation de 400 millimètres allant à Carouge avec la canalisation de 500 millimètres placée dans le collecteur rive gauche, en passant par le boulevard des Tranchées; d'autre part, la canalisation de la rive droite au boulevard James-Fazy serait reliée par le pont de la Machine avec la canalisation de 500 millimètres placée dans l'égout rive gauche par un tuyau de 350 millimètres.

Enfin, une canalisation de grande section serait placée dans la direction des terrains de la Jonction, de façon à desservir les abattoirs et la brasserie Schœllhorn par le réseau à haute

pression, tout en laissant disponible une force importante pour le développement futur de ce quartier.

Le solde du crédit devait être appliqué au développement du réseau à haute pression dans diverses directions où l'eau était demandée.

C) Travaux spéciaux

10° Canalisation d'aspiration

Les pompes hydrauliques à vapeur installées en 1880 à l'extrémité du quai de la Poste avaient été pourvues d'une canalisation d'aspiration posée dans le lit du Rhône et allant jusqu'au pont de la Machine. Le but de cette canalisation de $0^m,65$ de diamètre était de puiser l'eau potable au-dessus de l'ancien égout principal de la rive gauche qui débouchait dans le Rhône sous le quai-pont Besançon-Hugues

Lorsque l'étude des nouvelles installations avait été faite, cette canalisation avait été reconnue suffisante pour alimenter les quatre pompes hydrauliques qu'il s'agissait d'établir en premier lieu. Mais il fallut prévoir son prolongement du quai de la Poste au nouveau bâtiment des turbines.

Ce prolongement avait été immédiatement exécuté d'une section suffisante pour permettre le développement du service hydraulique. Le diamètre de ce prolongement était 0^m800. Pendant l'exécution des travaux, l'épidémie typhoïde avait amené l'administration municipale à prolonger la prise d'eau jusqu'au delà des jetées, afin de puiser une eau parfaitement pure.

La mise en activité d'une cinquième, puis d'une sixième turbine avait augmenté dans une forte proportion le volume d'eau élevée, de sorte que, fin 1887, la partie ancienne de la canalisation d'aspiration, antérieure aux travaux du Rhône, se trouvait insuffisante pour fournir le volume d'eau à élever. Quoique l'eau du bras gauche du Rhône fût purifiée par la suppression de tous les égouts qui s'y déversaient, il y avait un intérêt, au point de vue de la bonne réputation hygiénique de la Ville, à permettre l'alimentation complète des pompes par l'eau venant canalisée depuis le lac. Il y avait donc lieu de doubler la canalisation ancienne d'une seconde canalisation définitive, en tôle, de plus grande section que la première.

Cette nouvelle canalisation serait placée à côté de la première, elle aurait une longueur de 610 mètres et un diamètre intérieur de 1^m20; son devis s'élevait à Fr. 100,000, il était inférieur au coût de l'ancienne canalisation qui, quoique d'un diamètre presque de moitié, avait coûté, y compris la pose, Fr. 165 le mètre courant.

D) Intérêt des capitaux engagés

Les dépenses nouvelles projetées ne devant rapporter leur intérêt que plusieurs mois après avoir été effectuées, il était nécessaire de prévoir, dans les ressources disponibles, les sommes représentant l'intérêt des capitaux dépensés, et cela jusqu'au moment où les ouvrages exécutés pourraient se subvenir à eux-mêmes par les recettes nouvelles.

Ce même principe avait été appliqué pour la première période; aussi l'on a vu que tout l'ensemble des travaux destinés à la création des forces motrices du Rhône avait pu être exécuté sans rompre l'équilibre budgétaire de la Ville de Genève.

C'était dans ce même but qu'une somme de Fr. 60,000 était comprise dans les crédits nécessaires à l'exécution de la IIe période des travaux.

Cette rubrique comprenait également les frais généraux d'étude et de surveillance pendant la période d'exécution.

E) Suppléments de crédits

La somme de Fr. 150,000 demandée, simultanément avec les crédits spéciaux à des travaux nouveaux, pour parfaire à l'insuffisance des crédits antérieurs relatifs à l'utilisation de la force motrice du Rhône, ressortait du tableau no 3 du Fascicule V. Ce tableau indiquait, d'une part, l'évaluation primitive du coût des travaux compris dans cet ensemble, d'autre part, le prix de revient pour la Ville des travaux exécutés, et enfin l'évaluation des travaux restant à faire à la fin de l'année 1887. La dernière colonne représentait la somme des travaux faits en 1887 ou en cours d'exécution,et indiquait le coût d'ensemble probable des travaux déjà votés. L'ensemble des chiffres de ce tableau faisait ressortir les résultats suivants :

L'insuffisance des crédits votés pour achever le total des travaux déjà décrétés s'élevait en chiffre rond à la somme de Fr. 300.000 soit au 5 $^{7}/_{8}$ pour $^{0}/_{0}$ des crédits.

Cette somme de Fr. 300,000 d'insuffisance de devis se répartissait comme suit :

Insuffisance des crédits relatifs à l'utilisation des forces motrices du Rhône et à la régularisation du lac, que la Ville exécutait à forfait, en chiffre rond . . . . Fr. 150,000 —

Insuffisance des crédits relatifs aux égouts collecteurs, en chiffre rond . . » 150,000 —

L'insuffisance des crédits relatifs aux travaux du Rhône devait rentrer dans la somme comprise dans la justification financière du service des eaux et forces motrices, tandis que, l'insuffisance des crédits relatifs aux égouts collecteurs concernait un travail d'utilité générale, dont l'intérêt et l'amortissement ressortissaient au budget général de la Ville.

Si l'on analyse de plus près la première de ces sommes, on voit qu'en réalité les crédits relatifs à l'utilisation des forces motrices du Rhône avaient été dépassés, pour une part, du fait que certains travaux prévus à l'origine pour n'être exécutés que dans la seconde période des travaux avaient dû l'être dans la première.

Ainsi, il avait déjà été procédé à la restitution de force aux usines de Souterre, prévue pour être faite dans la seconde période des travaux.

Cette dépense était estimée (voir fascicule III, page 240) . . . . Fr. 30,000 —

La même raison (augmentation de la chute disponible au bâtiment des turbines) avaient amené à draguer la partie du Rhône avoisinant ces moulins, de façon à faire disparaître l'obstacle qui s'y trouvait. Aussi, tandis que le cube de draguage prévu pour la première période, y compris le draguage du bras droit du Rhône, n'atteignait que 152,000 mètres cubes, il en avait été dragué, au 30 juin 1887, 177,000 mètres cubes, soit 25,000 mètres cubes de plus que les prévisions, représentant, à Fr. 2 le mètre cube, une somme de . . . . » 50,000 —

En outre, on a vu que la moitié des vannes d'introduction définitives étaient déjà placées, ce qui réduisait de Fr. 50,000 à Fr. 25,000 la dépense restant à faire. Le travail déjà exécuté représentait donc une valeur de . . . . » 25,000 —

Enfin, l'augmentation du coût des travaux de . . . . » 45,000 —

A reporter . . . Fr. 150,000 —

Report . . . . Fr. 150,000 —

s'expliquait aussi du fait que la digue longitudinale, qui avait été prévue à l'origine pour être construite en terre et devisée à Fr. 43,954 50, avait été exécutée en béton, et avait coûté Fr. 89,033. Cette modification au projet avait été faite sur les conseils de M. l'ingénieur Burkli-Ziegler, à la suite d'expériences faites avec la digue en terre construite pour les travaux hydrauliques à Zurich.

Somme égale Fr. 150,000 —

Devis récapitulatif des crédits demandés en 1887

A. Travaux concernant la création de la force motrice

1° Achèvement des fondations du bâtiment des turbines, 2me période	IIme période	Fr.	352,500 —
2° Construction du bâtiment pour six nouvelles turbines . . .		»	172,500 —
3° Achèvement de douze vannes d'entrée		»	25,000 —
4° Digue du canal de fuite, 2me période		»	20,000 —
5° Draguage (achèvement jusqu'à la Jonction), environ 100,000m³ à fr. 2		»	200,000 —
6° Deux nouvelles turbines et pompes à haute pression avec leurs raccordements au réseau à haute pression		»	170,000 —

B. Travaux concernant l'utilisation de la force

7° Complément du réseau hydraulique à haute pression; canalisation de ceinture	»	180,000 —

C. Travaux spéciaux

8° Canalisation d'aspiration, du rond-point des Bergues jusqu'en face du bâtiment des machines hydrauliques à vapeur	»	100,000 —

D. Intérêts des capitaux

Intérêts des capitaux engagés pendant la construction et frais d'études et de surveillance	»	60,000 —
Montant des crédits pour travaux nouveaux relatifs à l'utilisation des forces motrices du Rhône	Fr.	1,280,000 —

E. Suppléments de crédits

Crédits relatifs à des travaux de la IIme période :				
Draguage 25,000 mètres cubes	Fr.	50,000		
Restitution de force aux moulins de Souterre	»	30,000		
Vannes d'introduction, IIme période (partie inférieure) . . .	»	25,000	»	105,000 —
Supplément pour exécution de la digue longitudinale en béton.			»	45,000 —
			Fr.	1,430,000 —

Insuffisance de crédits pour égouts collecteurs

Egout collecteur rive gauche	Fr.	130,000		
Egout collecteur rive droite.	»	20.000		
			»	150,000 —
Montant des crédits votés :			Fr.	1,580,000 —

En même temps que le Conseil administratif demandait le crédit de Fr. 1,580,000 pour le développement des installations hydrauliques, il proposait, dans le même rapport (Fascicule V), au Conseil municipal de lui ouvrir les crédits nécessaires pour un commencement de transmission de force par l'électricité.

La Ville de Genève devant devenir, dans peu d'années, propriétaire des installations de la Société d'appareillage électrique (voir Annexe VIII), il y avait lieu d'étudier la disposition générale de l'installation électrique au bâtiment des turbines pour qu'elle puisse servir plus tard à l'éclairage électrique, en constituant une seconde station centrale.

C'était dans cet esprit que l'étude avait été faite et que l'on avait prévu, au bâtiment des turbines, une installation de six dynamos de 100 chevaux chacune commandées deux par deux par des turbines secondaires de 200 chevaux mues par l'eau à haute pression (voir Atlas, planche 22).

Cette installation électrique était devisée à Fr. 100,000. Son but immédiat était de fournir l'électricité au théâtre de la Ville de Genève qui était éclairé par 3000 becs de gaz et dont le système d'éclairage devait être transformé à l'électricité.

L'éclairage électrique du Théâtre ne se produisant que pendant sept mois de l'année et pendant les heures tardives de la soirée, alors que le travail dans les ateliers est terminé, il y avait lieu d'examiner si l'électricité disponible pendant la journée ne pouvait pas être employée pour la transmission de force. En le faisant on réalisait deux avantages :

1° On amortissait les installations électriques, non plus seulement sur un petit nombre d'heures, environ 1,000 par année correspondant à l'éclairage électrique du théâtre, mais on le répartissait au contraire sur 4,000 heures environ, dont 3,000 pour la transmission de force, et et cela sans augmentation de matériel à la station centrale.

2° On remédiait à l'inconvénient principal du système de transmission hydraulique qui, a côté de tous ses avantages, ne pouvait pas desservir comme transmission de force, les points élevés de la ville et de la banlieue sans une perte de rendement considérable.

Le Conseil administratif demandait, outre le crédit de Fr. 100,000 pour l'installation électrique au bâtiment des turbines, une somme de Fr. 70,000 pour un premier réseau électrique de transmission de force et de Fr. 150,000 pour l'éclairage électrique du théâtre.

Après plus de cinq mois de discussions, le Conseil municipal refusa ces différents crédits au Conseil administratif, et la Société d'appareillage électrique fut chargée de l'éclairage électrique du théâtre.

La transmission de force par l'électricité fut ajournée, par ce vote, à une époque indéfinie. Il y a lieu d'espérer que la question pourra être reprise prochainement sous une autre forme.

CHAPITRE XV

Le développement des installations hydrauliques en 1889

Les crédits demandés par le Conseil administratif le 25 novembre 1887, furent votés par le Conseil municipal, le 28 février 1888.

Les travaux furent entrepris immédiatement et la mise en marche des deux nouvelles turbines portant les n°s 7 et 8 eut lieu le 4 décembre 1888.

Les travaux de draguage furent continués jusqu'en mai 1889.

Les résultats financiers qu'on attendait de ces nouvelles installations furent atteints et, dès le 22 octobre 1889, le Conseil administratif demanda au Conseil municipal, par l'organe de M. Turrettini, des crédits nouveaux pour une série d'ouvrages destinés à augmenter la puissance des installations hydrauliques.

Le rapport du Conseil administratif à l'appui de cette demande de crédit rappelait d'abord que le 25 novembre 1887, le Conseil administratif avait demandé des crédits nouveaux destinés à l'augmentation du service hydraulique par la création de deux nouvelles pompes et turbines, pour l'achèvement des fondations du bâtiment des turbines, l'achèvement du bâtiment pour six nouvelles turbines, la création de nouvelles canalisations hydrauliques, enfin pour un premier essai de transmission de force par l'électricité, greffé sur l'éclairage électrique du Théâtre. Tous ces crédits, sauf le dernier, avaient été votés.

A l'appui de ses diverses demandes, le Conseil administratif avait publié un mémoire (Vme fascicule) traçant les grandes lignes du projet soumis aux délibérations du Conseil municipal, établissant la justification financière des nouveaux crédits demandés et la coordination avec les crédits ou dépenses antérieures.

Un des tableaux annexes de ce mémoire indiquait la progression des recettes et dépenses du service des Eaux et Forces motrices des années 1885 à 1887 et prévoyait les dépenses et recettes probables des années 1888 à 1890, période pendant laquelle les nouvelles installations projetées devaient apporter un supplément de rendement au moins égal à l'augmentation de dépenses annuelles et à l'intérêt et amortissement des capitaux engagés.

Le tableau avait prévu pour l'année 1888 (non compris l'eau employée pour les services publics) :

En recettes	Fr.	404,900 —
En dépenses annuelles	»	69,800 —
Différence	Fr.	335,100 —

Le compte rendu de 1888 indiquait comme résultats obtenus :

En recettes	Fr.	437,201 40
En dépenses	»	98,146 60
Différence	Fr.	339,134 80

Pour 1890 :

Le même tableau prévoyait :

En recettes	Fr.	459,250 —
En dépenses	»	80,000 —
Différence	Fr.	379,250 —

Le budget de 1890 qui venait d'être préparé, basé sur les résultats acquis en 1889, donnait :

En recettes	Fr.	464,650 —
En dépenses	»	91,925 —
Différence	Fr.	372,925 —

CRÉDIT POUR DEUX GROUPES DE POMPES ET TURBINES, N°s 9 ET 10 : 170,000 FRANCS

Le résultat prévu était donc atteint, et la création de deux nouvelles turbines avait permis d'augmenter de telle façon le rendement de l'installation hydraulique, qu'au bout de deux années les recettes se trouvaient augmentées, aussi bien des accroissements de dépenses d'entretien que de celles d'intérêt et amortissement du capital engagé à nouveau.

Il était à remarquer que ce résultat avait été obtenu, même sans les ressources nouvelles qu'auraient données la distribution de force électrique. Le résultat de ce développement normal du service avait eu pour conséquence naturelle l'emploi complet de l'eau fournie par les deux nouvelles pompes et turbines établies en 1888.

Du printemps 1888 à fin 1889, les huit turbines installées au Bâtiment des Turbines et représentant une force d'environ 2500 chevaux avaient marché jour et nuit sans aucune interruption.

La quantité moyenne d'eau élevée par jour ouvrable avait été de :

Pour le réseau à basse pression de 36,000 mètres cubes,
» à haute » de 54,400 mètres cubes,

dépassant de 20,000 mètres cubes les évaluations qui avaient servi de base à la demande de crédit de 1887 pour deux pompes et turbines nouvelles.

La commande immédiate d'au moins deux pompes et turbines nouvelles s'imposait donc et leur mise en marche devait avoir lieu nécessairement en été 1890, si l'on ne voulait pas avoir une perturbation dans le développement du service de distribution de force.

Ces deux turbines et pompes étaient destinées à la haute pression et exactement semblables aux deux pompes fournies en 1888, dont elles devaient faire la suite dans le bâtiment 2me période.

L'augmentation de recettes résultant de cette augmentation d'eau disponible était évaluée de 50 à 60,000 fr., de sorte que le budget de 1892 pouvait s'établir à peu près comme suit :

En recettes.	Fr.	530,000 — [1]
En dépenses	»	95,000 —
Différence	Fr.	435,000 —

[1] Recettes, non comprise l'eau employée aux services municipaux, représentant une somme de Fr. 110,000.

Cette augmentation de bénéfice devait donc permettre de payer, et au delà, l'intérêt et amortissement des crédits nouveaux.

Dans les 400,000 francs qui étaient demandés, l'établissement de deux groupes de pompes n'entrait que pour fr. 170,000. — Les deux groupes étant exactement semblables aux pompes 7-8, le devis de détail y relatif était semblable à celui qui se trouve à l'annexe XIII du Ve fascicule.

CRÉDIT POUR CANALISATIONS NOUVELLES : 120,000 FRANCS

Les crédits successifs demandés au Conseil municipal pour la création du réseau de distribution à haute pression avaient été les suivants :

30 Octobre 1883	Fr.	250,000
4 Mai 1886	»	200,000
18 Décembre 1886	»	105,000
28 Février 1888	»	180,000
Total . .	Fr.	735,000

A l'appui de chaque demande de crédit, le Conseil administratif avait indiqué au Conseil municipal quelles étaient les artères qu'il avait l'intention de canaliser et quelles étaient les sections de ces canalisations.

Mais comme ces projets destinés à appuyer les demandes de crédits étaient basés sur l'importance supposée des besoins de force dans chaque quartier et s'établissaient souvent avant que les demandes de force se fussent produites, il en était résulté que, dans l'exécution finale, certaines modifications avaient dû être apportées au projet primitif, que certaines canalisations n'avaient pas été faites du tout, que d'autres, en beaucoup plus grand nombre, avaient été nécessitées par des demandes de force imprévues, que d'autres enfin avaient dû être augmentées dans leur section à cause de l'importance qu'elles avaient prises.

Il en résultait que la valeur des canalisations exécutées et non prévues s'élevait à la somme de . . . . Fr. 95,535 —
que, par contre, les canalisations prévues lors des demandes de crédits puis non exécutées représentaient . . . . » 58,898 75

Laissant un solde de . . . . Fr. 36,636 25
au débit du compte de canalisations nouvelles.

Il fallait y ajouter encore une valeur de . . . . Fr. 22,880 20
de tuyaux en magasin, de toutes sections, achetés sur le compte de canalisations nouvelles à haute pression, et destinés à permettre d'exécuter immédiatement les canalisations de peu d'importance nécessitées par les demandes nouvelles de force.

La somme à porter au crédit du compte de canalisations nouvelles était donc de . . . . Fr. 59,516 45
soit en chiffres ronds . . . . » 60,000 —

La différence pour atteindre le chiffre de Fr. 120,000 de crédits demandés était destinée à permettre de doubler la canalisation de 50 centimètres allant du bâtiment des turbines à la hauteur du pont de la Machine, de façon à pouvoir rendre le service d'éclairage indépendant d'une rupture de canalisation sur le reste du réseau.

Cette canalisation était devisée à Fr. 60,000.

DIGUE DE LA JONCTION : FR. 45,000

A la suite d'un vœu exprimé par la Commission de 1888 chargée de vérifier les comptes des forces motrices, le Conseil administratif avait étudié les conditions dans lesquelles pourrait être établie une digue prolongeant de 100 mètres le point de la jonction de l'Arve et du Rhône. Un projet accompagné de relevés des profils de l'Arve et du Rhône en amont et en aval du confluent, profils pris avant et après la crue du 2 octobre 1888, avait été établi par les soins de la section des Travaux. Un limnimètre avait été placé à la jonction actuelle et au point de jonction futur pour déterminer le gain de chute résultant de la digue nouvelle. Enfin le Conseil administratif avait nommé un expert absolument qualifié dans la personne de M. de Salis, ingénieur en chef de la Confédération, qui avait eu l'obligeance d'accepter gratuitement la mission demandée.

Le rapport de M. de Salis avait été lu dans la séance du Conseil municipal du 31 mai 1889. Il concluait que la digue de la Jonction ne pourrait qu'améliorer la chute disponible au bâtiment des turbines, mais renvoyait à des observations nouvelles l'appréciation de l'augmentation de chute disponible. Ces observations avaient été poursuivies par les soins du service des Eaux et avaient donné les résultats suivants :

Le gain de chute était d'autant plus grand que la hauteur des deux rivières était plus faible.

Il avait varié de $0^m,09$ pour les observations en temps de crue à $0^m,23$ en niveau moyen.

Il eût été préférable que les résultats fussent inverses, mais une augmentation de 10 centimètres de chute en hautes eaux était déjà un bénéfice appréciable, si l'on pouvait exécuter les travaux nécessaires à un prix peu élevé.

Un premier devis fait dans l'hypothèse d'un draguage du Rhône jusqu'au nouveau confluent dépassait le chiffre de Fr. 100,000, et à ce prix il n'y avait pas avantage à créer des turbines nouvelles jusqu'à ce que le nombre de ces dernières atteigne le chiffre de quinze. A partir de ce chiffre il y avait avantage à faire la digue plutôt que d'établir une seizième turbine.

Depuis lors la question avait été reprise en supprimant le draguage.

Sur ces nouvelles bases, le coût de la digue était réduit à Fr. 45,000, et l'avantage de la construction devenait immédiat.

TRANSFORMATION DES MACHINES A VAPEUR : FR. 22,000

Les machines hydrauliques à vapeur créées en 1880 pour parfaire aux besoins d'eau existant à l'époque avaient été construites pour alimenter l'ancien réseau à basse pression correspondant à $50\text{-}60^m$ d'élévation d'eau.

Leur construction primitive ne permettait pas de les utiliser pour le réseau à haute pression.

Il était pourtant fort utile de pouvoir utiliser ce capital considérable, ce matériel excellent, comme machine de secours aux deux réseaux haute et basse pression, soit pour les cas d'accident aux turbines, soit pour les cas de crues d'Arve, soit enfin pour les périodes d'augmentation de consommation afin d'attendre la création de pompes et turbines nouvelles.

La transformation de ces machines avait donc été étudiée de façon à réduire au minimum la dépense à faire. L'une de ces pompes était restée sans changement, mais disposée pour pomper dans l'aspiration de la seconde. L'autre avait été transformée plus radicalement de façon à élever l'eau à une pression double de la pression de compression de la première.

En d'autres termes, la première pompe élevait l'eau à 60^m, comme auparavant, et la seconde relevait la pression de 60 à 135^m, pression du réseau à haute pression. Cette transformation a

pleinement réussi et déjà à plusieurs reprises ces 300 chevaux de secours sont venus faciliter la régularisation du service en cas de crue extraordinaire de l'Arve.

La somme de Fr. 22,000, représentait le coût de la transformation des machines et de la canalisation de raccordement avec le réseau de distribution à haute pression.

ÉLARGISSEMENT DU QUAI DU SEUJET : FR. 6,500

Lors de la demande de crédit pour la construction du collecteur rive droite, les devis prévoyaient le nouveau mur du quai destiné à rectifier l'alignement du quai du Seujet, quai qui servait en même temps de parement extérieur au collecteur du côté du Rhône. Le devis ne comprenait pas la balustrade qui concernait plutôt l'aménagement du quai à sa nouvelle destination que la construction de l'égout collecteur.

En outre le Conseil administratif. suivant le vœu du Conseil municipal avait profité de la construction de l'égout collecteur pour remplacer le quai-pont à piétons reliant le pont de l'Ile au quai du Seujet, par un quai à voitures permettant la circulation directe.

Cette amélioration importante, quoique demandée par le Conseil municipal, n'avait pas fait l'objet d'un crédit spécial et avait été payée par le compte d'autres travaux. Il était juste d'en faire l'objet d'un crédit spécial.

RÉPARATIONS AU BATIMENT DE L'ANCIENNE MACHINE HYDRAULIQUE : FR. 7,936

Lors de la réfection du pont de la Machine, les passerelles qui entouraient le bâtiment de l'ancienne Machine avaient été trouvées dans un état de délabrement tel que leur réfection immédiate s'était imposée. Cette dépense n'ayant pas fait l'objet d'un crédit spécial, il était nécessaire d'en faire un compte à part et de ne pas en grever les autres travaux.

La reconstruction de ces anciennes passerelles en bois avait été faite en fer et en ciment, de sorte que leur entretien est devenu presque nul.

La passerelle qui relie l'Ile à l'ancienne Machine, quoique aussi délabrée, est restée dans l'état ancien.

L'incertitude qui régnait sur l'aménagement futur du quartier de l'Ile avait empêché jusqu'à ce jour de procéder à une réfection qui pouvait devenir inutile du fait d'un remaniement de ce quartier destiné à courte échéance à être amélioré et rectifié.

IMPRÉVU, INTÉRÊTS ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX : FR. 28,564

Le dernier chiffre des crédits demandés au montant de Fr. 28,564 constituait l'imprévu et la somme destinée à parfaire l'intérêt du nouveau capital engagé jusqu'au moment de sa pleine mise en exploitation.

Le Conseil administratif terminait son rapport par la demande d'un crédit de Fr. 400,000 pour de nouvelles installations hydrauliques et pour des travaux occasionnés par l'utilisation des forces motrices du Rhône, savoir, comme il a été dit plus haut :

Deux groupes de pompes et turbines.	Fr.	170,000
Canalisations nouvelles	»	120,000
A reporter	Fr.	290,000

Report	Fr.	290,000
Digue de la Jonction	»	45,000
Transformation des machines hydrauliques à vapeur	»	22,000
Elargissement du quai du Seujet	»	6,500
Réparations au bâtiment de l'ancienne machine hydraulique .	»	7,936
Imprévu et intérêt des capitaux engagés	»	28,564
Somme égale	Fr.	400,000

Ce crédit fut voté par le Conseil municipal le 22 novembre 1889, et les travaux y relatifs sont maintenant (avril 1890) en cours d'exécution. La turbine n° 9 pourra fonctionner au mois de juillet 1890.

CHAPITRE XVI

Description des travaux exécutés en régie co-intéressée par M. J. Chappuis, ingénieur

Campagne d'hiver 1883-1884

Les travaux de l'entreprise des forces motrices du Rhône ont été commencés le 21 novembre 1883. La première sous-période, qui devait être terminée si possible avant les hautes eaux de 1884, soit au commencement de juillet au plus tard, comprenait :

La mise à sec du bras gauche du Rhône, depuis le pont de la Machine au pont de la Coulouvrenière, pour régulariser cette partie du lit du fleuve;

La construction de l'égout collecteur, depuis le pont de la Coulouvrenière, au pont de la Machine, la partie de cet égout depuis le pont de la Machine à la passerelle de l'Ile étant construite dans le lit du fleuve sous les quais-ponts Besançon-Hugues et de la Poste;

La construction des vannes de décharge en aval de l'Ile.

Cette campagne étant très chargée, la direction des travaux réunit le plus rapidement possible les moyens d'action nécessaires à la construction des batardeaux pour la mise à sec du lit du Rhône.

Les batardeaux furent attaqués à l'aval près du pont de la Coulouvrenière par une sonnette à vapeur montée sur bateaux; cette sonnette, avec chaîne de Gall, à mouvement continu et mouton de 1,100 kilos, battait et mettait en fiche jusqu'à vingt pieux ou quarante palplanches par jour.

Le batardeau supérieur étant composé de tronçons séparés, fut attaqué par des sonnettes à main.

Le batardeau d'amont situé près du pont de la Machine avait été projeté avec intercalation de deux bateaux-batardeaux (voir planche 2, fig. 5, 7 et 8) simplement échoués, cela afin d'obtenir que le canton de Vaud, avec lequel l'Etat de Genève était en conflit au sujet du niveau du lac, ne s'opposât pas à la fermeture du bras gauche. Il suffisait, en cas de crue subite du Lac, de vider ces bateaux de la terre qu'ils contenaient, pour les faire flotter et, en les enlevant, pour obtenir une section d'écoulement, de 32 mètres de largeur, dans le bras gauche.

Ce batardeau supérieur était, en outre, traversé par la conduite d'alimentation de la Machine hydraulique à vapeur et sa partie en retour contre le bâtiment de l'ancienne Machine hydraulique affectait une forme bizarre obligée par les tuyaux d'alimentation des pompes Callon. En outre, aux environs de l'ancienne Machine hydraulique, ce batardeau était assis sur un massif d'enrochements qu'il fut impossible d'enlever complètement. Sauf sur ces enrochements, le batardeau supérieur était en entier fondé sur la glaise marneuse grise feuilletée, très sableuse.

Le batardeau inférieur, près du pont de la Coulouvrenière, ne présentait d'autre difficulté que le passage de la conduite d'alimentation de la Machine à vapeur. A la surface, le sol étant graveleux dut être enlevé jusqu'à la glaise par des draguages à la main.

Les batardeaux de la première période se composaient de deux parois (voir planche 2) de pieux et palplanches formant coffrage, rempli de terre argileuse imperméable à l'eau.

Afin de diminuer la quantité d'eau à enlever, l'égout débouchant sous le quai de la Poste fut prolongé en travers du bras gauche par un tuyau en bois qui traversait la partie du batardeau aval placée devant les vannes de décharges pour se déverser dans le bras droit.

Les pompes d'épuisement étaient au nombre de huit, disposées en trois groupes.

Un premier groupe, composé de trois pompes, pouvant élever ensemble 600 mètres cubes à l'heure, était placé près de la passerelle de l'Ile. Chacune des pompes de ce groupe était actionnée par une turbine marchant à l'aide de l'eau sous 50 mètres de pression, fournie par la distribution d'eau de la Ville; ce groupe se composait d'une turbine de 11 chevaux et de deux de 4.

Le deuxième groupe, composé de trois pompes, pouvant élever ensemble 300 mètres cubes à l'heure, était placé à l'angle aval de l'ancienne Machine hydraulique, sur le bras gauche. Ces trois pompes étaient actionnées par une turbine de 11 chevaux actionnée par l'eau de la Ville.

Enfin, le troisième groupe, placé sur le batardeau amont, se composait de deux pompes Dumont pouvant élever ensemble 1200 mètres cubes à l'heure; ces pompes étaient actionnées par une locomobile de 30 chevaux.

L'entreprise disposait donc d'un ensemble de pompes capable d'élever 2100 mètres cubes à l'heure.

Les épuisements commencèrent le 3 mars 1884; immédiatement de grandes rentrées d'eau se montrèrent au batardeau supérieur à tous les angles rentrants. Pour y remédier, la direction des travaux fit procéder, du côté amont, à la construction d'un contre-batardeau en terre, à l'aide duquel les fuites furent réduites à deux : l'une à l'endroit où le tuyau d'alimentation de la machine hydraulique à vapeur traversait le batardeau; l'autre, du côté de la Machine hydraulique, à la partie où se trouvaient le tuyau d'alimentation des pompes Callon et les enrochements placés lors de la construction de cette même Machine hydraulique.

Ces deux fuites furent étanchées plus tard; celle provenant du tuyau d'alimentation était produite par une fuite de la conduite elle-même. Pour annihiler l'autre fuite, on dut construire du côté de la fouille un deuxième batardeau parallèle au premier; ce batardeau, ayant été construit à sec, était étanche.

Le batardeau inférieur se comporta bien, et sauf quelques fuites de peu d'importance, il fut étanche dès le premier jour.

Le 9 mars 1884 la fouille était suffisamment à sec pour que les travaux de déblaiement du fond puissent commencer; à partir de ce moment, les travaux dans le lit ne furent plus interrompus jusqu'à leur achèvement, en date du 4 juillet 1884.

A partir du 19 mars, il suffit de marcher avec une des grandes pompes placées sur le batardeau d'amont et avec la plus grande de celles de la station de la passerelle de l'Ile pour maintenir la fouille à sec; les autres pompes furent conservées comme réserve.

Les travaux de déblaiement du lit du fleuve consistaient à enlever les parties du sol qui dépassaient le fond prévu du projet et à remblayer les parties plus profondes. Le cube total enlevé et sorti du lit fut de 6,600 mètres cubes.

Ces déblais consistaient :

1° En enrochements constituant l'ancien barrage; ces enrochements furent employés à la construction de perrés sur les deux rives, et l'excédent fut emmené au-dessous du batardeau inférieur pour servir au même but à l'aval.

2° En gravier et sable qui fut employé sur place à la construction des bétons et mortiers. L'excédent de gravier fut remonté près du pont de la Coulouvrenière par une drague élévatoire mue par une locomobile de vingt chevaux.

Une chaîne dragueuse remontait les matériaux et les déversait sur des claies qui les divisaient en sable, gravier et gros galets. Le sable et le gravier étaient emmenés par des wagonnets Decauville aux endroits où se fabriquait le béton pour la construction de l'égout, et les galets tombaient dans une machine à casser les pierres qui en faisait du macadam.

La même installation a été utilisée pour sortir les terres en excédent, lesquelles ont servi à remblayer la fouille de l'égout collecteur, après l'achèvement de celui-ci.

La construction de l'égout collecteur dans le lit du fleuve présentait certaines difficultés dans la partie du quai Besançon-Hugues, parce que cet égout était fondé à 2m60 au-dessous des maisons bordant ce quai.

On appliqua à la construction de cet égout un système qui permit d'éviter la reprise en sous-œuvre des immeubles. Ce système est basé sur le fait que le terrain placé sous les murs de fondation d'un bâtiment est suffisamment comprimé pour porter le bâtiment lui-même et qu'il suffit par conséquent d'empêcher que le sol ne puisse être délité en avant; en somme on pourrait sans danger maintenir un bâtiment sur le terrain qui le porte en coupant ce terrain à l'aplomb des murs, à condition d'empêcher par un moyen quelconque ce terrain de s'ébouler en avant de la coupe.

Pour réaliser cette idée théorique, la direction des travaux fit creuser, à l'aplomb du mur de face des immeubles, des puits de 2m50 de longueur et 0m50 de largeur, descendus à 0m50 plus bas que la fondation de l'égout.

Afin d'éviter tout accident, ces puits étaient foncés sans interruption et boisés. Une fois à fond, la fouille était remplie de béton de ciment Portland de St-Sulpice au dosage de 250 kilos de ciment par mètre cube de gravier sableux. Ces puits furent foncés en partant de la place de la Petite-Fusterie et marchant contre les ponts de l'Ile: pour plus de sûreté on formait un puits de 2m50 qu'on remplissait de béton, puis le sol était laissé intact sur 2m50 et un nouveau puits était formé. Une fois arrivé au pont de l'Ile, le travail recommença dans l'autre sens pour enlever, toujours par puits, les intervalles laissés.

Par ce procédé, on avait en réalité construit en avant du mur des immeubles un mur en béton de ciment de 0m50 d'épaisseur, fondé 0m50 plus bas que l'égout. Une fois ce travail terminé, tout le terrain placé entre le mur ainsi construit et le lit du Rhône fut enlevé, et la construction de l'égout put s'effectuer, sans nécessiter de précautions particulières. Ce système très simple a parfaitement réussi : aucun des immeubles ainsi traités n'a éprouvé d'accident.

La planche 21 indique les différentes sections de l'égout, depuis le pont de la Coulouvrenière au pont de la Machine; les quais-ponts de la Poste et Besançon-Hugues furent remplacés par des quais définitifs construits sur l'égout.

La construction des vannes de décharge commença le 6 avril 1884.

Le radier, composé, comme l'indique la planche 23, d'un massif de béton avec quatre files de pieux et palplanches fut entièrement fondé sur la glaise grise marneuse, sableuse; les montants des vannes étaient composés de deux parties : une partie noyée dans le béton du

radier formant fondation, et une partie boulonnée à la première, formant appui des vannes. Le béton employé pour la construction du radier était en chaux lourde de Virieu-le-Grand, sauf 0m250 à la partie supérieure, qui était en béton de ciment de St-Sulpice. Le dosage de ces bétons était de 200 kilos de ciment ou chaux pure, 0m³800 de gravier et 0m³450 de sable.

La partie supérieure du radier est protégée contre l'érosion par un double plancher en sapin de 80 millimètres d'épaisseur totale; ce plancher est cloué sur un grillage fixé aux moises des files de pieux et palplanches.

Le batardeau qui séparait les vannes du bras droit avait dû être placé très près du radier afin de ne pas trop diminuer l'écoulement par le bras droit, seul disponible pendant les travaux, en sorte qu'il ne fût pas possible de mettre des enrochements en aval du radier.

Comme les fondations du radier des vannes de décharge étaient en contre-bas du fond du lit, la direction des travaux fit placer pour les épuisements une des pompes de la station de la passerelle au bout de la halle; cette pompe était actionnée par une turbine de 11 chevaux mue par l'eau de la Ville.

L'administration profita de la mise à sec du bras gauche pour reconstruire en fer le pont de la Machine.

Le 4 juillet 1884, les travaux de la première sous-période étant complètement terminés, le cours du Rhône fut rétabli. Le fleuve rentra dans son lit par une brèche pratiquée au batardeau d'amont et une autre au batardeau d'aval, dans la partie placée devant les vannes de décharge qui donnèrent passage à l'eau.

Tous les travaux se comportèrent bien sauf sur deux points.

1° La partie de l'égout placée entre le pont de la Coulouvrenière et la passerelle de l'Ile se trouvait immédiatement derrière l'ancien mur de soutènement du quai de la Poste; après la remise de l'eau, ce mur prit un mouvement de glissement, qui, dans la partie la plus prononcée donna un avancement de huit centimètres et un affaissement de cinq centimètres. Ce mouvement du mur provoqua une fente à l'égout sur une longueur de 80 mètres. Toute la partie de l'égout qui touchait au mur bougea avec lui, tandis que le fond et l'autre pied droit restaient en place. L'égout se fendit au plafond et à la retombée de la voûte sur le trottoir voisin du mur. Actuellement ce mouvement du mur paraît à peu près arrêté, en sorte que la réparation a consisté à fermer avec soin les fentes qui s'étaient produites dans l'égout à cet endroit. et à mettre de forts tirants liant le mur de soutènement au pied droit opposé de l'égout.

2° Comme nous l'avons vu, à partir du 4 juillet 1884, le Rhône coula au travers des vannes de décharge. Il passait au travers de cet ouvrage avec une très grande vitesse. Vers la fin de l'été 1885, le 24 novembre, un panneau du plancher se détacha et l'on s'aperçut que le courant avait produit en avant du radier un affouillement de quatre à cinq mètres au-dessous du dit radier; cet affouillement s'était continué sous l'arrière-radier, en sorte que tout le radier proprement dit, avec les vannes et leurs montants, pivotaient autour de l'arête aval du radier. Le Conseil administratif fit immédiatement isoler les vannes par un battage de pieux et palplanches établis en amont du radier, du côté du bras gauche, afin d'éviter la chute de l'ouvrage et d'empêcher l'eau du bras gauche de passer dans le bras droit par-dessous le radier. Cette mesure permit de reprendre le travail en sous-œuvre, lorsque le bras droit fut mis à sec pour les travaux de la régularisation du lac.

Cette reprise en sous-œuvre fut exécutée en avril et mai 1887, et les travaux nécessités par cette réparation sont décrits plus loin.

Campagne 1884-1886

Les travaux prévus dans la première sous-période étant ainsi terminés, ceux de la deuxième sous-période furent ensuite entrepris. Ces travaux comportaient :

1° La construction d'une digue en béton allant depuis les vannes de décharge à la face amont du bâtiment des turbines.

2° La construction des batardeaux pour la mise à sec du bras gauche depuis le pont de la Coulouvrenière à l'aval du bâtiment des turbines.

3° La construction du bâtiment complet pour six turbines et des fondations et avant et arrière-becs du reste du bâtiment.

4° La régularisation du fond du lit depuis le pont de la Coulouvrenière au bâtiment des turbines.

5° L'achèvement de l'égout rive gauche.

6° Le draguage du canal de fuite depuis le bâtiment des turbines jusqu'aux moulins de Souterre.

La digue longitudinale en béton devait s'étendre depuis les vannes de décharge à la face amont du bâtiment des turbines ; elle se composait d'une fondation de 3m,20 de largeur coulée sous l'eau entre deux files de pieux et palplanches. — Avant le battage de ces files de pieux et palplanches, la fouille avait été draguée à la cote de fondation prévue.

Le coulage du béton sous l'eau s'effectua à l'aide de caisses demi-cylindriques de 0m³,500 de contenance. — Le béton de chaux de Virieu était fabriqué sur la rive gauche à l'aide des matériaux dragués dans le lit et élevés par la drague élévatoire placée sur le quai de la Poste ; cette installation comportait, outre la chaîne dragueuse, une casseuse pour réduire en macadam les galets, et deux malaxeurs pour faire le mortier. — Le béton se faisait à l'aide de bétonnières Boué cylindriques ; il était emmené sur la digue par des wagons Decauville passant sur une estracade traversant le lit du fleuve.

Le draguage de la fouille de la digue longitudinale fut entrepris en août 1884 ; le 15 septembre commencèrent les battages et le 12 décembre le béton.

Cette digue longitudinale faisait en même temps l'office de batardeau longitudinal séparant les deux bras.

La chaux de Virieu se montra très facilement délavée dans les bétons coulés sous l'eau. Elle n'est pas à recommander pour cette sorte de travaux car elle nécessite des précautions beaucoup plus grandes que la chaux du Theil, et elle donne des bétons beaucoup plus poreux. Par contre, pour tout ce qui peut s'exécuter à sec, elle a sur la chaux du Theil, l'avantage de donner des bétons qui mettent beaucoup moins de temps à durcir.

Les batardeaux comportaient un batardeau transversal au bras gauche à l'aval du bâtiment, un deuxième, formé par la digue longitudinale et le mur de fondation du bâtiment du côté du bras droit, et enfin le batardeau transversal en aval du pont de la Coulouvrenière construit pour les épuisements de la première sous-période.

L'emplacement du batardeau d'aval ainsi que celui des fondations du bâtiment pour les six premières turbines fut dragué à l'aide d'une drague à vapeur. Dans cette partie du lit, el draguage rencontra une poche de gravier allant jusqu'au poudingue à la cote 11m,40 sous PN. — Comme ce batardeau devait supporter une pression correspondant à une différence de niveau pouvant atteindre sept mètres il fut nécessaire de lui donner des dimensions très grandes (jusqu'à six m. de largeur). — Cet ouvrage fut composé comme les batardeaux de la première sous-période de

deux files de pieux et palplanches réunies par des chapeaux écartés de 2m,00 les uns des autres. Afin d'empêcher les parois de prendre du ventre sous la pression de la terre remplissant le batardeau, il fallut les entretoiser par des tringles en fer de 30mm placées par files écartées sur la verticale de 2m les unes des autres et écartées horizontalement de 2m également (voir planche 2, fig. 14). Ces tringles présentent l'inconvénient d'occasionner de petites fuites, mais il est impossible de les éviter dans les batardeaux à deux parois devant résister à une dénivellation de plus de 4m.

Afin de couper cette grande fouille allant depuis le pont de la Coulouvrenière à l'aval du bâtiment des turbines, la direction des travaux fit battre un troisième batardeau transversal, isolant le bâtiment transversal au Rhône de la partie longitudinale destinée à recevoir les 14 dernières turbines.

Ce batardeau fut construit d'après d'autres principes que les précédents : on se contenta de battre des palées espacées de 3m,60 à 4m,50 d'axe en axe et de composer ce batardeau d'une seule file de pieux et palplanches appuyés à l'aide de moises horizontales contre ces palées.

Pour obtenir l'étanchéité, un voligeage fut cloué devant les palplanches pour en fermer les joints ; on mit au pied un bourrelet de glaise. Puis sur ce voligeage fut tendue une toile imperméable sur le pied de laquelle on jeta un peu de glaise pour l'obliger à rester au fond.

Ce batardeau ainsi construit se comporta parfaitement.

La construction du bâtiment comportait les travaux suivants : construction du bâtiment complet pour six turbines (partie transversale au fleuve) et construction des fondations de la partie longitudinale au fleuve, disposée pour recevoir quatorze turbines.

Pour l'épuisement de la fouille, la direction des travaux fit placer sur le batardeau aval une station de cinq pompes, mues par trois locomobiles et comportant une élévation d'eau de 45 mètres cubes à la minute ; après l'achèvement des fondations de la première partie du bâtiment l'une des locomobiles et deux pompes furent déplacées et établies dans la fouille du bâtiment de deuxième période.

Les épuisements furent commencés le 18 août 1885.

Le 1er septembre 1885 la fouille du bâtiment première période était épuisée ; on commença la construction des radiers et avant-radiers et murs de séparation en béton de chaux lourde de Virieu-le-Grand, les voûtes en béton composé moitié de chaux de Virieu et moitié de ciment Portland de Saint-Sulpice, enfin la partie des voûtes placées sous les murs de faces qui devait être chargée immédiatement en béton de ciment Portland de Saint-Sulpice.

Le béton était fabriqué à l'aide de bétonnières verticales cylindriques en tôle, système Boué ; il tombait de la bétonnière dans des wagons Decauville à l'aide desquels il était transporté aux lieux d'emploi ; un monte-charge actionné par une turbine de 11 chevaux mue par les eaux de la Ville montait les wagonnets de béton aux différents étages.

Le 7 octobre, furent commencées les maçonneries de l'avant-corps et vers le 15 novembre on put entreprendre la construction des murs du bâtiment proprement dit ; les pierres de taille étaient mises en place à l'aide d'une grue roulante.

Les pierres de taille du bâtiment provenaient de quatre carrières, savoir :

Le cordon en granit était tiré des carrières de Monthey (Valais).

Le soubassement ainsi que la partie supérieure de la corniche étaient en calcaire des carrières de Villebois.

L'avant-corps, les chaînes d'angles et la corniche sauf la dalle supérieure ainsi que les contre-cœurs des fenêtres étaient en calcaire des carrières de Soleure.

Les fenêtres sont en calcaire des carrières de Thoiry.

La charpente est métallique en forme d'arcs, avec chemins de roulement pour deux grues suspendues aux arcs.

Le montage des turbines commença vers le milieu de novembre; l'eau fut remise dans le bras gauche le 12 avril; à la fin d'avril le bâtiment était achevé et couvert et le 17 mai 1886, jour de l'inauguration, cinq groupes de turbines et pompes ont été mis en marche.

En même temps qu'on procédait à la construction du bâtiment, le fond du lit était régularisé depuis le pont de la Coulouvrenière jusqu'au bâtiment des turbines. La nature du sol est depuis le pont jusqu'au milieu du bâtiment deuxième période formé de glaise compacte de la consistance du caoutchouc. Cette couche de glaise recouvrait une couche de gravier qui affleurait vers le milieu du bâtiment de deuxième période. La couche de gravier s'enfonce sous la couche de glaise avec une forte inclinaison du côté du lac. Le bâtiment première période et environ la moitié de celui de deuxième période sont construits sur une poche de gravier qui repose elle-même sur le poudingue. A l'affleurement entre les couches de gravier et de glaise se trouvent des poches de sable très fin et fortement comprimé qui ont l'aspect de la molasse; ces poches de sable ont fait craindre aux ingénieurs de la Ville que des infiltrations ne passassent par dessous les radiers du bâtiment des turbines et n'y produisissent des affouillements; c'est pourquoi toute la partie du fond du lit présentant un sol graveleux a été asphaltée dans l'idée que l'interposition d'une couche d'asphalte gras empêcherait les infiltrations.

Les travaux de régularisation du lit du fleuve n'ont rien présenté de particulier; la plus grande partie des déblais a été enlevée à la drague afin d'éviter les émanations d'un sol nécessairement imprégné d'une forte quantité de matières organiques dont la fermentation pouvait devenir dangereuse pour la santé publique. Le reste a été enlevé à la main et transporté à l'aide de plans inclinés, derrière la digue longitudinale du côté du bras droit.

Quoique la couche de glaise qui recouvre le gravier affleure au milieu du bâtiment de deuxième période, ce bâtiment est en entier fondé sur la couche de gravier qui est au-dessous de la glaise.

La partie de l'égout rive gauche, allant depuis le pont de la Coulouvrenière au bâtiment des turbines fut construite avant la mise à sec, en faisant des épuisements spéciaux pour cela; cette construction ne présentait rien de particulier. Le débouché de l'égout à l'aval du bâtiment a été disposé de façon que l'eau d'égout coule dans le Rhône au-dessous de la surface et dans une partie du lit où le courant sortant des turbines puisse enlever l'eau salie au fur et à mesure de son arrivée. On a enchâssé, pour cela, dans la cuvette de l'égout un tuyau en tôle de 1m650 de diamètre, qui s'incline jusqu'à toucher le fond du lit. L'extrémité de l'égout est fermée par un clapet qui s'ouvre du dedans au dehors pour permettre la sortie de l'eau ne passant pas dans ce tuyau, en cas de forte pluie. Cette disposition a parfaitement atteint son but, et en temps ordinaire, à la sortie de l'eau d'égout, on ne perçoit aucune odeur.

La construction de l'égout à l'amont du pont de la Machine a présenté plusieurs difficultés. Depuis le pont de la Machine à la place du Lac, l'égout se trouvait resserré entre le mur du quai et les bâtiments. Le mur de quai était fondé à 1m50 au-dessus de la cote de fondation de l'égout; afin d'empêcher la chute de ce mur dans la fouille et par conséquent l'inondation de celle-ci par les eaux du lac, une filé de pieux jointifs fut battue le long de ce mur; la fouille proprement dite s'est effectuée par épuisement et sans difficultés particulières.

Dans la traversée des anciens fossés des fortifications devant l'hôtel de la Métropole, les

travaux ont rencontré une vase fluante qui a présenté des difficultés très considérables pour arriver à tenir les côtés de la fouille; pour empêcher les éboulements il fallut battre de chaque côté plusieurs files de palplanches horizontales et boiser la fouille par des plateaux jointifs calfatés à la mousse.

Afin de pouvoir continuer les bétons malgré le gel, la direction des travaux fit construire sur l'égout des baraques roulantes chauffées et s'avançant au fur et à mesure que le béton était recouvert de remblais.

Malgré les froids très vifs de l'hiver 1884-1885, le travail de l'égout rive gauche n'a pas été arrêté.

Exécution de l'égout collecteur Rive droite

Pendant la construction de l'égout rive gauche, la Ville de Genève, avec l'appui financier de l'Etat et de la commune du Petit-Saconnex, avait décidé la construction d'un égout collecteur sur la rive droite, allant depuis l'hôtel National au bas de la promenade de St-Jean et recueillant ainsi toutes les eaux d'égout de la rive droite et de la commune du Petit-Saconnex.

L'exécution à la main des fouilles de l'égout rive gauche avait présenté de grandes difficultés à cause de la nature fluante du sol et de l'eau dont il était imprégné; les ouvriers qui travaillaient dans la fouille enfonçaient dans cette boue, et les jets de pelle successifs délavaient à tel point les bords de la tranchée que les éboulements étaient très difficiles à éviter. Pour parer à cet inconvénient, lors de la construction de la dernière portion de l'égout rive gauche et pour l'égout rive droite, la direction des travaux fit construire des appareils destinés à supprimer et les jets de pelle et le stationnement des déblais sur les bords des fouilles. Ces appareils roulants embrassaient la fouille et se composaient chacun de trois treuils actionnant des bennes qui étaient descendues au fond de la fouille puis vidées directement dans des wagonnets Decauville qui les emmenaient aux remblais. Ces appareils ont beaucoup activé le travail et permis de traverser sans accidents les parties fluantes et les sables coulants qui s'étendent sur la rive droite depuis le pont du Mont-Blanc jusqu'à l'hôtel National. Ces parties de sables fins donnaient tellement d'eau qu'on fut obligé d'installer des pompes d'épuisement actionnées par les eaux de la Ville, les pompes à main ne suffisant plus.

Les pressions latérales étaient telles que les étais en bois ronds de 0^m18 de diamètre pénétraient de 30 millimètres dans les cadres du boisage. Ces pressions et la crainte d'éboulement dans les rues et quais sillonnés de conduites d'eau et de gaz, obligèrent à laisser la plus grande partie des boisages des parois dans les fouilles.

Malgré ces difficultés la construction de l'égout suivit son avancement régulier sans aucun accident.

Les draguages à l'aval du bâtiment des turbines

En même temps que tous ces travaux s'exécutaient, une forte drague à vapeur creusait le canal de fuite à l'aval du bâtiment des turbines. Ces draguages entravés par des obstacles nombreux, tels que pieux, gros blocs erratiques, bancs de poudingue, etc., suivaient leurs cours sans incidents notables; les produits des draguages étaient déchargés sur les terrains de la

Jonction pour en relever le niveau, suivant la convention conclue entre la Ville de Genève et les propriétaires de ces terrains.

Les draguages produisaient également les sables et graviers nécessaires à la confection des bétons soit du bâtiment des turbines, soit des égouts.

Les terrains traversés étaient très variables; tantôt on tombait sur une couche de gravier plus ou moins fin; tantôt sur des poudingues et tantôt dans les glaises dont quelques bancs étaient très durs et pénibles à extraire.

Campagne 1886-1887

Les travaux dans le bras droit du Rhône

Pendant le courant de l'année 1884 les cantons riverains du lac Léman s'étaient mis d'accord avec la Confédération pour exécuter les travaux nécessaires à l'obtention d'un niveau moyen des eaux du lac qui ne fût pas dommageable aux Etats contractants.

La convention du 17 décembre 1885 énumère ces travaux ainsi que la répartition des frais.

La Ville de Genève prenait à ses risques et périls l'exécution de ces travaux moyennant les subventions fédérale et des cantons de Vaud et Valais.

Ces travaux comprenaient entr'autres :

1° La construction en tête du bras droit d'un barrage à rideaux système Caméré.

2° La construction de vannes entre l'ancienne Machine et la maison Séchehaye.

3° L'enlèvement de tous les obstacles à l'écoulement de l'eau depuis le pont de la Machine jusque vers l'Usine à gaz, y compris les nombreuses roues existant sous Saint-Jean.

4° L'enlèvement des immeubles placés sur le bras gauche entre l'ancienne Machine hydraulique et le pont de l'Ile.

5° Le draguage du port et de la partie du fleuve située entre le pont du Mont-Blanc et le pont de la Machine.

La construction du barrage du pont de la Machine ainsi que la régularisation du lit du Rhône jusqu'au pont de la Coulouvrenière nécessitait la mise à sec du bras droit.

Pour cela deux batardeaux furent établis : l'un, en aval du pont de la Coulouvrenière, fut construit à deux parois de pieux et palplanches formant coffrage rempli de terre.

Le second, placé en amont du pont de la Machine et dont la construction est indiquée planche 2 reçut une disposition analogue à celle du batardeau séparant les fouilles du bras gauche à l'aval du pont de la Coulouvrenière lors de la construction du bâtiment.

Ce batardeau se composait de palées battues tous les 6^{m} et servant de point d'appui aux moises, et d'une seule paroi de pieux et palplanches. Les palplanches furent recouvertes d'un voligeage sur lequel on tendit une toile imperméable; puis on jeta au pied un bourrelet de glaise. Ce batardeau se comporta très bien; sa construction fut plus économique que celle d'un batardeau à deux parois et l'entretien en fut beaucoup plus facile.

Un troisième batardeau fut construit entre l'ancienne Machine hydraulique et la maison Séchehaye; ce batardeau fut construit d'une manière analogue à celui construit en amont du barrage à rideaux.

Afin d'éviter l'inconvénient d'avoir à épuiser les eaux d'égout entrant dans la fouille (car l'égout collecteur n'était construit que jusqu'au pont de la Machine et débouchait en aval de ce pont dans le bras droit), la direction des travaux fit établir par un tuyau de 0^{m},60 de diamètre, une

communication entre les égouts rive droite et rive gauche. Ce tuyau, construit en bois, fut posé en travers du Rhône en amont du pont de la Machine et appuyé par une file de pieux.

L'épuisement de l'enceinte comprise entre le pont de la Machine et le pont de la Coulouvrenière fut effectué à l'aide de trois stations de pompes, savoir :

Une station de pompe mue par l'eau de la Ville placée en amont du pont de la Machine.

Une station de pompe mue par une turbine 20 chevaux placée à l'angle gauche aval de l'ancienne Machine.

Enfin une troisième station de pompe mue par une turbine de 25 chevaux placée aux vannes de décharge.

Ce trois pompes pouvaient élever ensemble 30 mètres cubes d'eau à la minute.

Les épuisements commencèrent le 17 février 1887 et le 19 les ouvriers descendirent dans la fouille qu'ils ne quittèrent plus jusqu'au 11 juin jour où le cours du fleuve fut rétabli dans le bras droit.

Le fond du lit était très mouvementé, composé entre le pont de la Machine et celui de la Coulouvrenière de plusieurs anciennes digues et coursiers de roues ; car il existait autrefois un grand nombre de roues à eau de formes et de forces diverses ; en outre le bras droit était couvert de constructions dont les dernières ont disparu en 1874.

Immédiatement après le barrage de la Machine se trouvait un grand trou qui atteignait 5^m de profondeur au-dessous du fond futur ; entre ce trou et le pont de l'Ile était une digue formée d'un banc de glaise naturelle sur lequel on avait battu des pieux et apporté des enrochements ; sous les ponts de l'Ile existait un nouvel affouillement atteignant 3 mètres sous le niveau du fond futur. A la pointe de l'Ile devant les vannes de décharge, on rencontrait une digue formée de pieux et d'enrochements. Enfin devant les vannes de décharge était l'affouillement qui s'était formé en 1884 lors du passage de l'eau du bras gauche au travers des dites vannes.

Le déblaiement du lit marcha d'une manière régulière ; les déblais d'enrochements étaient employés sur place pour la construction de perrés sur les deux rives. Les déblais en gravier étaient employés pour la confection du béton et ceux d'autre nature pour le remplissage des creux qui se trouvaient dans le lit. Les déblais excédents furent employés à l'élargissement du quai du Senjet et le surplus rejeté en aval du batardeau d'aval pour être plus tard emmené par les eaux du fleuve.

Construction des fondations du barrage à rideaux

Le barrage se compose des fondations et de la partie métallique appuyant les rideaux dont la description est donnée plus loin. Les planches 3 et 4 indiquent la disposition générale.

Les fondations du barrage devant être absolument étanches, se composent d'un massif de béton enfermé entre deux rangs de pieux et palplanches battus avec une fiche de 7^m afin de les mettre à l'abri des affouillements ; l'intervalle entre ces deux battages est coupé de lignes de pieux, moisés à leur partie supérieure, qui portent les bois du grillage. Le corps des fondations est formé de béton de chaux hydraulique de Virieu-le-Grand sauf la partie supérieure qui, sur 25 centimètres, est en béton de ciment Portland de St-Sulpice. Le béton est protégé à sa surface par un double plancher en sapin de 80 millimètres d'épaisseur dont les planches sont clouées sur les bois du grillage.

A l'aval de ce radier est un rang de pieux moisés battus à deux mètres de la file de palplanches d'aval, l'intervalle entre ces palplanches et cette file de pieux est rempli d'enrochements. A l'amont, le batardeau recepé à la cote de l'amont du radier forme garde-radier, et l'intervalle entre ce batardeau et la première file de pieux et palplanches, est garni d'enrochements.

Pendant les deux étés 1887 et 1888 le barrage s'est bien comporté, sauf quelques planches du radier, arrachées et brisées par la violence du courant, l'ouvrage n'a pas subi d'avaries.

Réfection du radier des vannes de décharge

La direction des travaux profita de la mise à sec du bras droit pour reprendre en sous-œuvre le radier des vannes de décharge affouillé par les hautes eaux de 1884.

Cette réfection fut exécutée en avril et mai.

Le sous-sol des vannes de décharge est composé de glaise sableuse. Le fait que le batardeau construit dans la 1re période entre les vannes de décharge et le bras droit était très rapproché du radier des vannes de décharge, avait empêché de garnir d'enrochements l'aval de ce radier. Pendant les hautes eaux de 1884 il ne fut pas possible d'aborder cet ouvrage, en sorte que, en automne, on s'aperçut que les eaux avaient produit un affouillement de 4 à 5 mètres de profondeur en dessous du radier.

En 1887, la mise à sec de cette partie du lit du fleuve permit de constater que cet affouillements s'était propagé sous le béton du radier qui était ainsi supporté par ses deux extrémités et travaillait par flexion; ce béton lui même s'était bien comporté et avait fait poutre avec toute la construction métallique.

La reconstruction en sous-œuvre de ce radier fut faite avec du béton de ciment Portland.

Le trou qui s'était formé en aval du radier fut rempli d'enrochements. Depuis cette réfection, le radier s'est bien comporté.

Pendant que le lit était à sec on construisit également le radier et la superstructure des vannes Séchehaye dont la planche 23 donne tous les détails d'exécution.

Le radier des roues Cordier dans l'ancienne Machine hydraulique fut approfondi, et l'administration municipale, sur la demande de l'Etat, fit construire dans l'emplacement de la turbine Roy une échelle à poissons dont la planche 23 donne les détails.

Les berges furent garanties par des perrés en pierres sèches coupés le long du quai des Bergues par des éperons maçonnés de manière que les érosions de pied ne pussent provoquer que la chute des perrés sans compromettre la solidité du mur de quai et de l'égout.

Le lit étant très resserré sous les ponts, un radier général en pierres sèches y fut établi.

Enfin la mise à sec du bras droit permit encore de revêtir de béton de ciment les pieux de fondation des ponts de l'Ile et de la Coulouvrenière, afin de garantir ces fondations contre l'action des intempéries.

Pendant que tous ces travaux s'exécutaient, la construction de l'égout rive droite se poursuivait du pont de la Machine au bâtiment de la pisciculture; les travaux nécessités pour cet égout furent tout à fait analogues à ceux des années précédentes: un seul immeuble fut repris en

sous-œuvre, entre le pont de l'Ile et le quai du Seujet. L'égout rive droite débouche dans le bras droit, à l'extrémité de la promenade de St-Jean, par une disposition analogue à celle décrite pour l'égout rive gauche.

Une fois tous ces travaux terminés le contre-batardeau intérieur du batardeau placé près du pont de la Coulouvrenière fut enlevé; on recepa ensuite au niveau du fond la première file de palplanches et pieux, puis on enleva la terre du batardeau proprement dit en étayant par les moises la deuxième file de pieux et palplanches et à l'abri du contre-batardeau extérieur cette deuxième ligne fut recepée au niveau du fond.

Enfin le 11 juin 1887, commença le recepage des pieux et palplanches du batardeau du pont de la Machine et à 4 heures après-midi l'eau rentrait dans le lit.

Le service de la force motrice prit en 1887 un essor assez grand pour que la Ville se décidât, comme on l'a vu, à mettre en place la sixième turbine (nº 3).

Campagne 1888

Cet essor continuant, la Ville dut se préoccuper d'augmenter le nombre des turbines et de construire pour cela une nouvelle partie du bâtiment. En février 1888 les Conseils de la Ville votèrent les crédits nécessaires pour terminer les travaux de la IIe période, sauf le bâtiment proprement dit des huit dernières turbines; ces travaux comprenaient :

1º Achèvement du bâtiment pour 6 nouvelles turbines.

2º Achèvement des fondations du bâtiment.

3º Achèvement des draguages.

4º Construction de la digue du canal de fuite dans le bras droit.

Les travaux du bâtiment, commencés au mois de mars 1888, furent terminés en novembre. Comme agencement et installation, les dessins, planche 5, donnent toutes les dispositions des fondations. Ces travaux étant la répétition de ceux de l'autre partie du bâtiment, ne demandent pas d'explication spéciale.

CHAPITRE XVII

Description des installations mécaniques

Escher Wyss & Cie constructeurs

Les turbines

(Voir Atlas, planches 8 et 9)

L'usine est disposée pour recevoir vingt turbines d'une force effective de 210 chevaux. Les huit turbines déjà établies sont de 300 chevaux bruts chacune, du type Fontaine, modifié par Jonval; elles ont été étudiées et construites par la maison Escher Wyss et Co de Zurich; elles sont disposées pour actionner chacune deux pompes horizontales du système Girard, à piston plongeur et à double effet des mêmes constructeurs.

La connexion est directe entre l'arbre de la turbine et les pompes.

Cette disposition a l'avantage de supprimer les pertes de force et les chances d'accident et de simplifier notablement l'ensemble de l'installation.

Deux groupes de pompes envoient leur produit dans la canalisation qui dessert le réseau à basse pression.

Les autres groupes envoient leur eau dans la canalisation qui dessert le réseau à haute pression.

Les pompes de ce service sont de deux types qui ne diffèrent que par leurs dimensions.

L'un des groupes à haute pression est relié à la canalisation à basse pression, de sorte qu'en cas d'accident de l'un des groupes à basse pression, le service de ce réseau est assuré.

Enfin deux autres groupes, portant les n°s 9 et 10, destinés à desservir le réseau à haute pression sont maintenant en construction et fonctionneront dans l'été 1890.

Nature des turbines.

Les turbines sont, comme il a été dit plus haut, du type Fontaine, modifié par Jonval et désigné sous le nom de turbines sous pression.

Elles se composent essentiellement d'une couronne fixe ou distributeur et d'une couronne mobile ou récepteur, fixée sur un arbre creux qui est suspendu à sa partie supérieure et tourne autour d'un axe fixe.

Un vannage permet de régler la dépense d'eau suivant la chute et le travail à produire.

Distributeur.

La couronne servant de distributeur est en fonte; elle a 4m20 de diamètre extérieur et 1m75 de diamètre intérieur; sa largeur est de 1m225 et sa hauteur de 0m250.

Les variations de la chute et du débit sous lesquelles doivent fonctionner ces turbines, ont conduit les constructeurs à diviser ces turbines, et, partant aussi, les distributeurs en trois couronnes concentriques. En principe, les deux couronnes intérieures constituent une turbine à grand débit dont on aurait renforcé les aubes par une nervure centrale.

La couronne extérieure a une largeur de 0m280 mesurée dans le sens du rayon, et comporte 52 orifices.

La couronne médiane comporte 48 orifices et a une largeur de 0m450.

Enfin la couronne intérieure possède 40 orifices de 0m450 de largeur.

L'inclinaison des aubes dans le plan de la face inférieure est de 25°18'.

Le distributeur est en deux parties assemblées extérieurement et intérieurement par des oreilles venues de fonte avec les parois et boulonnées entre elles.

La paroi extérieure s'évase vers le haut et vient reposer sur un anneau en fonte, encastré dans la maçonnerie, au pourtour du puits de la turbine.

La paroi intérieure porte vers le haut une nervure saillante sur laquelle vient reposer un manteau conique en fonte, en deux pièces, qui recouvre le vide existant entre le distributeur et l'arbre creux de la turbine.

Vannages.

La couronne extérieure du distributeur n'a pas de vannages, et lorsque les deux autres couronnes sont fermées, le réglage de la turbine se fait au moyen des vannes de garde placées à l'entrée du canal d'amenée.

La paroi circulaire intérieure de la couronne médiane se prolonge sur la moitié de la circonférence, suivant une surface concave dont la section droite est un quart de cercle d'un rayon égal à la largeur de la couronne, la paroi de l'autre moitié de la couronne se prolonge verticalement d'une hauteur aussi égale à la largeur de la couronne.

Quant à la couronne intérieure, elle est fermée sur une moitié par une paroi verticale, la séparant de la couronne médiane, tandis que, sur l'autre moitié, la paroi extérieure de la couronne intérieure se prolonge suivant une surface concave, dont la section droite est aussi un quart de cercle d'un rayon égal à la largeur de la couronne.

Les surfaces ainsi formées sont divisées par des cloisons verticales rayonnantes. Sur chacune des couronnes peut se mouvoir un manteau composé de deux parties. L'une des parties est un demi-anneau et l'autre un demi-cylindre; elles sont solidement boulonnées l'une à l'autre. Le manteau extérieur correspondant à la couronne médiane est pourvu à sa circonférence extérieure d'une denture dans laquelle engrène, par deux pignons, le mécanisme de manœuvre. Le manteau intérieur est muni d'une denture semblable à sa circonférence intérieure, et est commandé également par deux pignons.

Au haut de ce manteau annulaire, glisse intérieurement et extérieurement une roue à dents verticales.

Les pignons sont actionnés par un mécanisme à engrenage et vis sans fin placé dans la chambre où se trouve le pivot de la turbine.

Chaque roue dentée est en deux parties, dont l'une forme le bord supérieur d'une demi-vanne circulaire, d'une hauteur égale à celle des orifices verticaux, et l'autre, l'un des bords d'une demi-vanne annulaire, d'une largeur égale à celle des orifices horizontaux.

De sorte qu'en faisant faire un demi-tour à chaque roue dentée, on ouvre ou l'on ferme l'admission de l'eau sur le distributeur.

Récepteur.

Le récepteur est en fonte. Il est tourné, et est formé de deux parties assemblées extérieurement par des oreilles venues de fonte avec la jante extérieure, tandis que la jante intérieure porte une bride saillante qui vient se boulonner avec le croisillon en fonte, dont le moyeu est claveté sur l'arbre creux.

Comme le distributeur, le récepteur est divisé en trois couronnes, ayant respectivement 0^m280, 0^m450 et 0^m450 de largeur dans le sens du rayon. Sa hauteur est de 0^m250.

La couronne extérieure comporte 52 orifices, dont chacun a une section effective d'écoulement de $0^m280 \times 0^m075 = 0^m0210$, et offre ainsi un débouché total de $1^{m^2}092$.

La couronne médiane comporte 48 orifices de $0^m450 \times 0^m066 = 0^m0297$ de section ; le débouché est donc de 1^m4256.

Enfin, la couronne intérieure comporte 40 orifices de $0^m450 \times 0^m06 = 0^m0270$ de section et offre un débouché de $1^{m^2}08$.

Le débouché total de la turbine est ainsi de $3^{m^2}5976$.

Les dimensions des trois couronnes du récepteur ont été établies d'après les considérations suivantes :

En basses eaux, avec une chute de 3^m70, chaque turbine doit pouvoir débiter 6 mètres cubes. Sous cette pression, la vitesse, à la sortie du récepteur, étant de $0.65\sqrt{2g \times 3.70} = 5^m.54$ par seconde, il faut une section d'évacuation de $\frac{6}{5.54} = 1^m084$, section qui est fournie par la couronne extérieure.

En hautes eaux la chute se réduit à 1^m68, mais il faut pouvoir débiter $13^{m^3}35$ par seconde. Dans ces conditions la section d'écoulement doit être $\frac{13.35}{3.735} = 3^m575$ (3.735 étant la vitesse due à la hauteur 1.68×0.65).

Les trois couronnes réunies donnent bien la section demandée.

L'angle formé à la base par les aubes avec le plan horizontal est :

pour la couronne extérieure $22^\circ20'$
» médiane $24^\circ20'$
» intérieure $27^\circ40'$

La vitesse de la turbine étant prise égale à la vitesse d'arrivée ou de sortie de l'eau ; le nombre de tours par minute sera, lorsque la couronne extérieure seule sera ouverte :

$$\frac{60 \times 5.54}{\pi \times 3.92} = 27 \text{ tours}$$

lorsque les trois couronnes seront ouvertes le nombre de tours devient :

$$\frac{60 \times 3.735}{\pi \times 2.928} = 24 \text{ tours}$$

Le nombre de tours moyens est donc de 26.

Axe.

L'axe se compose : 1° d'un arbre central en fer qui est fixé par le bas, au moyen de quatre vis, dans un support en fonte qui a la forme d'une crapaudine ordinaire et qui repose sur le radier du canal de fuite.

Cet arbre fixe se termine à sa partie supérieure par un gobelet en fonte rapporté, qui forme godet graisseur et par un grain d'acier sur lequel repose le pivot. Ce grain d'acier est maintenu fixe par des oreilles venues de forge qui sont logées dans des rainures verticales pratiquées dans la paroi intérieure du godet.

L'extrémité de l'arbre fixe est ajustée dans un fourreau en bronze, monté sur l'ouverture de l'arbre creux de façon à maintenir cet arbre exactement concentrique à son support.

2° D'un arbre extérieur creux et mobile, en acier de première qualité, qui est solidaire avec le récepteur et est suspendu sur un pivot tournant dans la crapaudine de l'axe central.

Cet arbre se termine à la hauteur de l'extrémité de l'axe fixe par une large bride qui vient se boulonner sur une bride analogue formée par le renflement de l'extrémité inférieure de l'arbre portant la manivelle qui communique le mouvement aux pompes. La partie renflée de cet arbre présente la forme d'une cloche qui enveloppe le godet surmontant l'arbre fixe.

Le pivot consiste en une tige d'acier de 150 millimètres de diamètre, logée librement dans le bas de l'arbre manivelle, alésé cylindriquement pour le recevoir.

A la hauteur de l'extrémité supérieure de cette tige, l'arbre est traversé par une rainure dans laquelle sont logées deux clavettes placées à contre-sens.

Le dos d'une de ces clavettes repose sur la tige du pivot, tandis que le dos de l'autre appuie contre l'arbre.

La charge entière reposant sur ces clavettes et de là sur le pivot, si l'on vient à agir sur ces clavettes, l'arbre qui s'y appuie montera ou descendra, suivant que l'on serrera ou desserrera les clavettes. A la partie inférieure, la tige du pivot porte une large plaque en acier qui constitue la surface proprement dite de frottement.

L'arbre mobile formé par l'arbre manivelle et l'arbre creux tourne à sa partie supérieure dans un boîtard formant corps avec le bâti des pompes.

Il est guidé à la hauteur de la voûte formant le ciel du canal d'amenée par un second boîtard. Ce boîtard se compose d'une partie qui est fixée dans la voûte et dont la face supérieure est plane et forme patin.

Deux coussinets en bronze entourant l'arbre sont ajustés dans un manchon en fonte à coquille. Ce manchon porte une bride saillante dont le contour est octogonal et vient reposer par l'intermédiaire de cette bride sur le patin fixé dans la voûte. Ce patin porte des ergots au droit de deux pans diamétralement opposé de la bride ; des coins chassés entre ces ergots et les bords de la bride suffisent pour centrer l'arbre. Une fois cette opération faite, le manchon est rendu solidaire avec le patin au moyen de vis.

A sa partie inférieure, l'arbre tourne dans un boitard dont les coussinets consistent en lames de gaïac maintenues par un manchon à coquille fixé sur le manteau conique qui ferme le vide existant entre le distributeur et l'arbre.

Les pompes

Description générale.

Comme il a été dit précédemment, chaque turbine commande deux pompes horizontales conjuguées à 90°.

Chacune de ces pompes est à double effet du type Girard ; elle comporte donc deux corps placés bout à bout, dans lesquels se meut un piston plongeur animé d'un mouvement alternatif.

Ces deux corps sont d'ailleurs placés très près l'un de l'autre.

Chaque corps porte à l'une de ses extrémités une soupape d'aspiration et une soupape de refoulement.

Les deux soupapes d'aspiration communiquent avec un réservoir d'air mis lui-même en relation avec le puisard par un tuyau unique.

Les deux soupapes de refoulement communiquent entre elles par un tuyau reliant les deux chapelles et l'une de ces chapelles est reliée par un tuyau coudé au réservoir d'air de refoulement placé entre les bâtis des pompes.

Ces pompes sont portées par des bâtis en fonte reposant sur de la maçonnerie en béton et fixées par de forts boulons pris dans le massif de béton.

Corps de pompe

Les corps de pompes sont en fonte et ont une forme ovoïde déterminée de telle sorte que la vitesse de l'eau y soit sensiblement constante, pendant toute la partie moyenne de la course du piston.

A l'une de leurs extrémités, ils portent un stuffing-box dans lequel se meut le piston. Ce joint peut se serrer ou se desserrer avec la plus grande facilité de manière à empêcher les fuites.

A l'autre extrémité, l'un des corps de pompe est fermé par un couvercle solidement boulonné qu'on enlève pour introduire ou sortir le piston.

L'autre corps de pompe est muni d'un presse-étoupe dans lequel passe la tige du piston.

Le diamètre du milieu des corps de pompes à basse pression est de 0m750, la vitesse maximum qu'y prend l'eau pour un nombre de tours égal à 26 par minute est :

$$1.496 \frac{0.430^2}{0.75^2 - 0.43^2} = 0.732$$

Celui des pompes à haute pression est de 0m600 et 0m450 ; la vitesse qu'y prend l'eau est dès lors :

$$1.496 \frac{0.330^2}{0.60^2 - 0.33^2} = 0.648$$

et

$$1.496 \frac{0.260^2}{0.45^2 - 0.26^2} = 0.749$$

Pistons.

Le diamètre des pistons des pompes à basse pression est de 0m430; celui des pompes à haute pression est respectivement 0m330 et 0m260; leur tige, qui n'existe que d'un seul côté, a un diamètre de 0m100 et leur course est de 1m10.

Le volume d'une cylindrée est de:

$$\frac{\pi}{4}\left(0.43^2 - \frac{1}{2}\,0.10^2\right) \times 1.10 = 0^{m^3}155 \text{ pour les pompes à basse pression}$$

$$\left.\begin{array}{l}\frac{\pi}{4}\left(0.33^2 - \frac{1}{2}\,0.10^2\right) \times 1.10 = 0^{m^3}0807 \\ \frac{\pi}{4}\left(0.26^2 - \frac{1}{2}\,0.10^2\right) \times 1.10 = 0^{m^3}054\end{array}\right\} \text{pour les pompes à haute pression.}$$

En admettant un coefficient de rendement = 0.95, le produit effectif est respectivement :

Litr.	147,250	soit	589	litr.	par tour
»	85,215	»	340,8	»	»
»	51,300	»	205,2	»	»

Ces pistons sont d'ailleurs en fonte creuse, ce qui les fait en quelque sorte flotter dans l'eau et soulage d'autant les garnitures.

Ils sont en outre effilés à leurs extrémités, ce qui diminue la résistance à leur mouvement.

Les garnitures sont en tresses de coton suiffé de 40mm d'épaisseur; il est inutile d'augmenter cette épaisseur attendu que les renouvellements sont nécessités beaucoup moins par l'usure que par le durcissement du coton.

La course des pistons étant de 1m10 et le nombre de tours par minute étant de 26, la vitesse moyenne dans ces conditions est :

$$\frac{2 \times 1.10 \times 26}{60} = \frac{57.20}{60} = 0^m953$$

par seconde ; ce qui est une vitesse considérable pour des moteurs hydrauliques. L'on a pu atteindre sans choc une vitesse de 40 tours à la minute avec les pompes du type haute pression (grand modèle).

Ce résultat est obtenu grâce à la forme ovoïde donnée aux corps de pompe pour y diminuer la vitesse de l'eau.

La vitesse maximum du piston, à 26 tours, s'obtient en multipliant la vitesse moyenne par $\frac{2}{\pi}$ = 1.57 et serait ainsi de 1m496.

Clapets ou soupapes.

Les soupapes sont annulaires et débitent par conséquent aussi bien sur le pourtour intérieur de l'anneau que sur le pourtour extérieur. On avait adopté, pour les cinq premiers groupes de pompes établis, des soupapes avec un seul anneau. L'anneau était en fonte et garni de cuir sur sa face inférieure. Ce cuir était fixé par un anneau également en fonte, de section triangulaire maintenu par des vis de bronze sur la soupape. Cette section triangulaire avait pour but de diviser

l'eau à son passage au travers du siège. L'anneau était d'ailleurs fortement guidé et consolidé par des bras qui l'empêchaient de se fausser et dont le plan était incliné par rapport à celui du siège, de manière à permettre un mouvement rotatoire de la soupape.

Ce dispositif à un seul anneau exigeait une levée assez grande et il en résultait des chocs préjudiciables à l'ensemble des pompes.

On a donc remplacé ces soupapes par des soupapes avec quatre ou cinq anneaux suivant leur diamètre. Ces soupapes sont en bronze ; le siège est formé d'anneaux de bronze fixés sur des couronnes en fonte amincies vers le bas afin d'offrir le moins de résistance à l'eau. Ces couronnes sont réunies par de fortes nervures. Les dispositions de détail sont indiqués par les dessins. Les anneaux des nouvelles soupapes ont été, en dernier lieu, garnies de cuir.

Les soupapes sont guidées par une tige en fer fixée sur le siège; à la partie supérieure elles viennent buter contre une petite baguette en acier qui traverse le couvercle de la chapelle dans un presse-étoupe. Cette baguette est appuyée constamment par une pièce cylindrique creuse autour de laquelle repose et s'enroule un ressort à boudin que l'on peut bander plus ou moins au moyen d'une vis portant un 'volant-manivelle et qui tourne dans un écrou fixé à un support en forme de cloche surmontant le couvercle des chapelles ou boîtes à soupapes.

Les soupapes à un seul anneau des pompes à basse pression offraient un débouché de $0^m,0628$ pour une levée de $0^m,020$, tandis qu'avec la nouvelle disposition il suffit d'une levée de $0^m,006$ pour avoir un débouché de $0^m,069$. La vitesse moyenne de l'eau au passage atteint $2^m,203$. Dans les deux dispositifs le siège offre une surface annulaire égale à $0^m,125$. la vitesse de l'eau y est, par conséquent, de $1^m,10$.

Les soupapes des pompes à haute pression, grand modèle, offrent un débouché de $0^m,053$ pour une levée de 5 millimètres et la vitesse moyenne de l'eau atteint $1^m,525$.

La surface du siège est de $0^m,0855$, soit égale à celle du piston.

Les soupapes des pompes à haute pression (petit modèle) offraient primitivement un débouché de $0^m,0376$ pour une levée de $0^m,20$, tandis qu'actuellement ce débouché est de $0^m,0404$ pour une levée de $0^m,007$.

La surface annulaire du siège était dans le premier dispositif de $0^{m2},0471$ tandis que dans le second elle est de $0^{m2},0460$.

La vitesse moyenne de l'eau au passage des soupapes est de $1^m,343$.

Réservoirs d'air à l'aspiration.

Les soupapes d'aspiration des premières pompes établies étaient reliées par un tuyau horizontal de même diamètre que la conduite d'aspiration ; ce tuyau était prolongé d'un côté par un coude auquel faisait suite un bout droit qui plongeait dans un récipient en fonte faisant partie de la conduite d'aspiration.

L'expérience a démontré que cette disposition était inefficace et plutôt dangereuse pour la conservation des soupapes, car, ensuite de son inertie, l'eau étant en mouvement dans le tuyau horizontal, venait choquer contre les soupapes lors de leur fermeture et produisait ainsi des coups de bélier.

On a dû remplacer ces tuyaux par des réservoirs d'air ayant la forme d'un cylindre à génératrices horizontales, commun aux deux soupapes et présentant à l'intérieur, au droit des ouvertures correspondant aux soupapes, des tubulures verticales.

L'air renfermé dans ces réservoirs étant naturellement à une pression inférieure à la pression atmosphérique est renouvelé à volonté par la manœuvre d'un petit robinet placé sur le réservoir.

Le volume des réservoirs des pompes à basse pression est de 1,040 litres dont moitié soit environ 520 litres sont occupés par l'air.

Le volume d'une cylindrée étant de 155 litres, le volume à emmagasiner est de $0,155 \times 0,21$, soit 32 litres 55; la hauteur d'aspiration varie donc de $^1/_{16}$.

Le volume des réservoirs des pompes à haute pression (grand modèle) est de 1679 litres, dont 839 litres sont occupés par l'air.

Le volume d'une cylindrée étant de 89,7 litres, le volume à emmagasiner est de $0,0897 \times 0,21 =$ 18 lit. 83 la hauteur d'aspiration ne varie donc que de $^1/_{44}$.

Le volume des réservoirs des pompes à haute pression (petit modèle) est de 596 litres dont 298 litres sont occupés par l'air.

Le volume d'une cylindrée étant de 54 litres, le volume à emmagasiner est de $0,054 \times 0,21 =$ 11 lit. 34, la hauteur d'aspiration varie donc d'environ $^1/_{30}$.

Amorçage des pompes.

Des tuyaux pourvus de robinets mettent en communication chaque chapelle de soupape de refoulement avec le corps de pompe correspondant et le réservoir d'air d'aspiration.

Le robinet placé sur ce tuyautage à l'embranchement qui la relie au corps de pompe est à deux eaux, de sorte que l'on peut établir à volonté la communication :

1° entre la chapelle de refoulement et le réservoir d'air d'aspiration.

2° entre cette chapelle et le corps de pompe.

3° enfin entre le corps de pompe et le réservoir d'air d'aspiration

La manœuvre, dans le premier cas, a pour effet le remplissage des tuyaux d'aspiration dont le pied est muni d'un clapet.

Dans le deuxième et troisième cas, la manœuvre permet, en cas d'arrêt de la turbine, le mouvement des pistons en admettant dans un des corps de pompe l'eau en pression et en vidant l'autre en le faisant communiquer avec le réservoir d'air d'aspiration.

A l'entrée du tuyau d'amorçage dans le corps de pompe, se trouve, en outre, un petit robinet pour admettre l'air au-dessus des soupapes d'aspiration.

Crépines et clapets de pied des tuyaux d'aspiration

Les tuyaux d'aspiration sont munis à leur base :

1° de crépines destinées à empêcher l'introduction de corps étrangers qui auraient des dimensions suffisantes pour troubler le fonctionnement des machines ou donner lieu à des accidents.

2° de clapets de pied à charnières destinés à faciliter l'amenage des pompes.

Ces clapets sont équilibrés par un contrepoids calculé de sorte qu'une fois ces pompes en marche, ils restent constamment levés.

Tuyaux de refoulement

Les tuyaux de refoulement reliant les corps de pompe aux réservoirs d'air présentent la forme d'un coude de 90° d'ouverture et $1^m,800$ de rayon.

Leurs diamètres respectifs sont 450 millimètres, 400 millimètres et 275 millimètres.

Le dessous de ces tuyaux est à environ 1m50 au-dessus du sol, de sorte qu'un homme peut facilement passer dessous.

Bâtis

Les bâtis présentent une très grande solidité et sont ancrés dans les massifs de béton qui les portent par dix boulons de 50 millimètres de diamètre. Ils sont formés de flasques à profil puissant, reliées par des entretoises.

Les bâtis constituant un groupe de pompes sont solidement boulonnés à une pièce de fonte qui forme le corps du boîtard supérieur.

Mode de connexion

La connexion de la turbine aux pompes est directe.

L'arbre creux de la turbine porte à son sommet une manivelle dont le tourillon est enveloppé par les deux têtes de bielles de chaque groupe.

La queue du tourillon qui a une forme conique est entrée de force dans l'œil de la manivelle et sa position est assurée par un écrou.

Le pourtour inférieur de la tête de la manivelle est garni d'une large coupe en fonte destinée à recevoir l'huile qui s'égoutte des têtes de bielle.

Boîtard

Le boîtard est fixé solidement dans le béton. Il a la forme d'un palier à chevalet placé horizontalement dont les pieds viennent buter contre les extrémités des bâtis des pompes auxquels ils sont fortement boulonnés, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Ce palier est à quatre coussinets dont les joints sont parallèles aux joints du chapeau avec le corps.

Les deux coussinets latéraux et le coussinet postérieur sont maintenus serrés contre l'arbre par l'action de clavettes d'une longueur égale à celle des coussinets.

Les clavettes latérales sont serrées chacune par deux vis taraudées dans le chapeau du boîtard et la clavette postérieure est serrée par deux vis taraudées dans la paroi latérale du bâti. Les extrémités de ces vis viennent se loger dans des évidements ménagés dans la tête des clavettes.

Bielles

Les bielles ont 2m,70 de longueur soit environ 2 $^1/_2$ fois le diamètre de la circonférence décrite par le centre des colliers. Les tiges des pompes qui y sont attelées sont pourvues d'un guide se mouvant sur une glissière.

Les têtes de bielle qui s'assemblent avec les crosses des pistons ont la forme de fourchettes.

A l'autre extrémité l'une des bielles se termine par une fourchette dont le plan est perpendiculaire au plan de la fourchette opposée ; l'autre bielle se termine par un palier.

Le chapeau du palier porte une douille venue de forge, d'une longueur un peu plus grande que le tourillon de la manivelle, et dans laquelle vient se loger le dit tourillon.

La surface intérieure de cette douille est tronconique, la petite base étant à la partie inférieure.

La surface extérieure est parfaitement tournée et elle est embrassée par les coussinets de la tête de bielle à fourchette.

Entre la surface du tourillon et la surface intérieure de la douille, viennent se loger deux coussinets d'une faible épaisseur et qui sont renforcés sur leur pourtour extérieur, suivant les génératrices, de nervures dont la saillie va en diminuant vers le bas (où elle est nulle) suivant la conicité de la douille.

La douille est surmontée à la partie supérieure par une sorte de demi-sphère creuse en fonte, qui y est vissée. Cette demi-sphère est traversée dans le centre suivant l'axe du tourillon par une vis dont l'extrémité inférieure forme pivot et vient reposer sur un grain fixé dans la face supérieure du tourillon.

Ainsi, tout le poids afférent aux deux têtes de bielles repose par l'intermédiaire du pivot sur le centre du tourillon. La vis, qui est percée suivant l'axe, est surmontée d'un godet graisseur dont l'huile vient lubréfier constamment la surface de contact.

Chacun des coussinets entourant le tourillon porte à la partie supérieuse une tige filetée qui traverse la demi-sphère en fonte. Ces tiges sont munies d'écrous qui reposent sur la face extérieure du dôme, et par l'intermédiaire desquels on opère le serrage ou le desserrage des coussinets.

Les réservoirs des pompes

Le but des réservoirs est de régulariser le mouvement ascensionnel de l'eau dans les conduites collectrices et surtout d'uniformiser la résistance opposée au mouvement du piston.

Ces réservoirs sont en deux parties.

Leur partie supérieure est en tôle, et a la forme d'un cylindre couronné par une calotte sphérique ; la partie inférieure est en fonte et présente la forme d'un cylindre qui se termine vers le bas par une surface à double courbure d'où part la conduite de refoulement. La partie cylindrique en fonte porte deux tubulures à brides sur lesquelles viennent se boulonner les tuyaux de refoulement des pompes.

Les deux parties du réservoir sont assemblées à brides par de forts boulons dont le nombre et le diamètre varie suivant la pression que le réservoir doit supporter.

La partie en fonte porte, en outre, une collerette par l'intermédiaire de laquelle tout l'ensemble du réservoir repose sur un socle, également en fonte, en forme de cloche présentant un fort évasement pour augmenter la stabilité.

Le réservoir est fixé sur ce socle par de forts boulons.

Le socle est lui-même solidement annexé dans la maçonnerie au moyen de six boulons de scellement.

Le diamètre intérieur des réservoirs d'air des pompes à basse pression est de $1^{m}20$, et le point culminant est à $8^{m}40$ au-dessus du sol de la salle des machines.

Le diamètre intérieur des réservoirs des pompes à haute pression (grand et petit modèle) est respectivement de $1^{m}123$ et 1^{m}, et leur point culminant à $7^{m}385$ et $6^{m}60$ au-dessus du sol.

L'air est renouvelé dans ces réservoirs uniquement par les robinets placés sur les réservoirs d'air d'aspiration.

Chaque réservoir porte :

1° un manomètre indiquant la pression et ses variations.

2° deux tubes de niveau d'eau, indiquant la hauteur de l'eau dans les réservoirs.

3° une soupape à double siège placée au bas du réservoir, destinée à écouler le produit de la pompe au cas où elle serait mise en marche avant l'ouverture du robinet-vanne interposé entre la conduite de refoulement et la conduite collective.

La charge de la soupape est obtenue au moyen d'un ressort à boudin.

Conduites collectrices.

La conduite collectrice des pompes à haute pression, ainsi que celle des pompes à basse pression a 0m70 de diamètre intérieur.

La conduite à haute pression se relie d'une part avec une canalisation de 0m50 de diamètre, passant dans l'égout collecteur, et d'autre part, avec une canalisation de 0m60 et une canalisation de 0m40 posées dans la route de la Coulouvrenière. (Voir Atlas, Planche I).

La conduite à basse pression se relie d'une part à une canalisation de 0m50, posée dans la route de la Coulouvrenière et qui alimente par son trop-plein le réservoir de la Bâtie, et d'autre part à une canalisation de même diamètre que la précitée (soit 0m500), et qui alimente directement le centre du réseau à basse pression.

Cette dernière canalisation était absolument nécessaire par suite du déplacement du bâtiment renfermant les pompes desservant le service des eaux à basse pression.

Ces conduites sont formées de tuyaux en fonte à emboîtements pour les pièces courantes et à brides pour les pièces spéciales. (Voir Atlas, Planche V).

Les tuyaux de refoulement des pompes s'y rattachent par des tubulures posées d'équerre.

Entre ces tuyaux de refoulement et les conduites collectrices, des robinets-vannes ont été interposés, afin que l'on puisse arrêter un groupe de pompes sans nuire à l'ensemble du service.

En outre, à l'embranchement des canalisations secondaires, les conduites collectrices sont munies de robinets-vannes qui ont pour objet d'intercepter la communication avec les tronçons qui devraient être arrêtés, soit pour une réparation, soit pour une pose de branchement.

Soupapes de sûreté.

Afin de pourvoir au cas où les pompes à haute pression seraient mises en activité complète alors qu'une vanne du réseau principal serait fermée, on a installé, sur la conduite collectrice, deux soupapes de sûreté à double siège, dont la levée est réglée par un ressort à boudin, de telle sorte que la pression ne dépasse pas 150 mètres d'eau. (Voir Atlas, Planche XV).

Régulateur de pression.

De plus, cette conduite collectrice à haute pression est reliée à la conduite à basse pression par un appareil régulateur, fonctionnant automatiquement, et réglé de telle sorte que la pression maximum dans le réseau à haute pression ne dépasse pas 140 où 150 mètres. (Voir Atlas, Planche XVI).

Cet appareil consiste en une boule de fonte, fixée directement sur la conduite à haute pression et reliée par un coude à la conduite à basse pression.

Dans cette boule est fixé un cylindre en bronze dont la surface est percée de trous ronds de 25 millimètres de diamètre, disposés en hélice. A l'intérieur de ce cylindre, glisse à frottement doux un piston creux, également en bronze, dont la tige prolongée à la partie supérieure est actionnée par un piston hydraulique, qui est lui-même mis en mouvement par un dispositif spécial.

Suivant que la pression s'élève ou s'abaisse, le piston contenu dans la boule s'élève ou s'abaisse, et par conséquent découvre un nombre variable d'orifices de décharges, déversant le trop-plein de la canalisation à haute pression dans le réseau à basse pression.

Enfin, pour parer encore à toute chance d'accident pouvant provenir du mauvais fonctionnement de ces appareils de sûreté, une sonnerie électrique, adaptée à un manomètre spécial, avertit si la pression normale est dépassée et fonctionne jusqu'à ce que le régime soit rétabli.

Réservoirs régularisateurs

Le mouvement de l'eau dans la conduite à haute pression est de plus régularisé par quatre grands réservoirs de 12 mètres de hauteur et 1m50 de diamètre, dans lesquels l'air est renouvelé au moyen d'un compresseur, système Colladon, à deux cylindres disposés de telle sorte que l'air est comprimé dans l'un à six atmosphères et refoulé ensuite dans le second, qui l'envoie sous une pression de quinze atmosphères dans les réservoirs régulateurs.

Un robinet-vanne a été posé entre chaque réservoir et la conduite collectrice.

Justification des dimensions des pièces principales

Résistance à la torsion de l'arbre creux des turbines.

L'arbre creux est en acier de première qualité; il a un diamètre extérieur de 280 millimètres et un diamètre intérieur de 180 millimètres, la section correspondante est donc de 36,129 millimètres carrés.

Pour transmettre une force de 210 chevaux, l'effort de torsion est égal à :

$$P = \frac{71,620 \times 210}{11,5 \times 26} = 50,000 \text{ kilos}^{1}$$

La tension par millimètres carrés est par conséquent de :

$$\frac{50,000}{36,129} = \text{kg. } 1,4$$

Cet arbre est en outre soumis à un effort de traction de *40,000 kg.* dû au poids de l'eau agissant sur la turbine et au poids propre de cette dernière. La résultante de ces forces (traction et torsion) est donc :

$$\sqrt{\overline{40,000}^2 + \overline{50,000}^2} = 64,000 \text{ kg.}$$

[1] Dans cette formule :

$$71620 = \frac{60 \times 75 \times 100}{2\pi}$$

210 = nombre de chevaux.
11,5 = rayon moyen de l'arbre.
26 = nombre de tours de la turbine

Ce qui équivaut à un effort de :

$$\frac{64.000}{36,129} = \text{kg. } 1,8 \text{ par millimètre carré,}$$

résultat d'une sécurité incontestable.

Colonne en fer constituant l'axe fixe.

Le poids supporté par la colonne est 40,000 kg.

Si l'arbre était en fer forgé son diamètre se déduit de la formule :

$$P = 3800 \frac{d^4}{l^2}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{Pl^2}{3800^2}}$$

Dans notre cas P = 40000 kil^os l = 6 mètres = 6000 millimètres.

d = 139 millimètres.

Le diamètre admis est 160 millimètres qui représente une section de 201 centimètres carrés.

D'après la Hutte, pour un rapport

$$\frac{l}{d} = \frac{6000}{160} = 37,5$$

la charge que peut supporter un arbre en :

$$\text{fer forgé} = \frac{201 \times 750}{3.3} = 46,000 \text{ kg.}$$

$$\text{acier} = \frac{201 \times 1250}{3.3} = 76,000 \text{ kg.}$$

Pivot supérieur.

Le diamètre utile du pivot supérieur est compté égal à 160^mm, offrant une section de 20,000 millimètres carrés, de sorte que pour un poids de 40,000 kg. la charge est de 2 kg. par millimètre carré.

Le travail absorbé par le frottement est, en prenant un coefficient de 0,05 :

$$0,05 \times \frac{2}{3} = 0.170 \times 3.1416 \times 40,000 \times \frac{26}{60} = 308 \text{ kgm.} = 4 \text{ chevaux.}$$

La surface du pivot étant de 200 centimètres carrés, le travail de frottement par seconde rapporté au centimètre carré est donc :

$$\frac{308}{200} = \text{kgm. } 1,54$$

Ce travail est diminué par suite de l'interposition d'une rondelle entre le pivot et le pas fixe.

L'équivalent mécanique de la chaleur étant de *425 kg.* pour une calorie, la quantité de chaleur développée en une seconde par le travail de frottement est dans ce cas :

$$\frac{308}{425} = 0,72 \text{ calories par seconde,}$$

ou $0,72 \times 3600 = 2600$ calories par heure.

L'étendue des parois de la boite à huile du pivot et la température de l'air ambiant permettent à cette chaleur de se disperser facilement.

Bielles.

Le diamètre des bielles est, aux extrémités, de 110mm, et au milieu, de 150mm; les efforts qui se développent, par millimètre carré, sont :

$$\frac{7986}{9503} = \text{kg. } 0{,}84 \qquad \frac{7986}{17671} = \text{kg. } 0{,}45 \text{ (Basse pression).}$$

$$\frac{12750}{9503} = \text{kg. } 1{,}34 \qquad \frac{12750}{17671} = \text{kg. } 0{,}72 \text{ (Haute pression, grand modèle).}$$

$$\frac{7950}{9503} = \text{kg. } 0{,}83 \qquad \frac{7950}{17671} = \text{kg. } 0{,}45 \text{ (Haute pression, petit modèle).}$$

Tiges des pistons.

Les tiges des pistons ont un diamètre de 100mm. L'effort qu'elles supportent par millimètre carré est au plus de :

$$\frac{7986}{7854} = \text{kg. } 1{,}02 \quad \text{Basse pression}$$

$$\frac{12750}{7854} = \text{kg. } 1{,}62 \quad \text{Haute pression, grand modèle.}$$

$$\frac{7950}{7854} = \text{kg. } 1{,}01 \quad \text{» » petit »}$$

Réservoirs d'air.

Les reservoirs d'air de refoulement des pompes à basse pression sont en tôle de fer d'un centimètre d'épaisseur.

La pression d'épreuve étant de 10 atmosphères, soit 10 kg. par centimètres carrés, et le diamètre étant de 1m20, le travail de la tôle est :

$$\frac{120 \times 10}{2 \times 100} = 6 \text{ kg. par millim. carré.}$$

Les réservoirs d'air des pompes à haute pression sont en tôle d'acier de 12mm et 14mm d'épaisseur, et ils doivent résister à une pression d'épreuve de 30 kg. par centimètre carré. Le travail respectif est donc :

$$\frac{100 \times 30}{2 \times 120} = \text{kg. } 12{,}5 \qquad \frac{112{,}3 \times 30}{2 \times 140} = \text{kg. } 12{,}03$$

Les grands réservoirs de régularisation de la canalisation à haute pression ont un diamètre de 1m50 et une épaisseur de 0m015; ils sont en tôle d'acier, le travail est par conséquent :

$$\frac{150 \times 30}{2 \times 150} = 15 \text{ kg.}$$

L'un de ces réservoirs s'est rompu, lors de l'essai de réception sous pression hydraulique; la pression, au moment de la rupture, était de 27 atmosphères. La cause de la rupture était l'insuffisance de la recuite des tôles d'acier qui avaient été plus ou moins trempées lors du cintrage.

Description des autres ouvrages métalliques du bâtiment

Grillages

Des grillages, destinés à arrêter les corps flottants ont été établis en tête des chambres d'amenée.

Ils consistent en une file continue de lames de fer de $^{100}/_{10}$ placées de champ, espacées de $0^{m}.100$.

Ces lames sont chantournées à leur sommet et rivées au fer à I extérieur de la passerelle de service qui règne le long du bâtiment, et leur base repose sur un fer plat de $^{100}/_{10}$ qui appuie simplement sur le radier du canal d'amenée.

Dans l'intervalle, ces lames sont maintenues écartées par trois éclisses formées de deux fer en U $^{75}/_{40}$ à 9 kil., reliés eux-mêmes au moyen de boulons.

Leur inclinaison est de 45° et le nettoyage en est assez facile.

Vannes de garde

La couronne extérieure des turbines n'étant pas munie d'un vannage spécial, il est nécessaire de fermer l'accès de l'eau dans le cas d'arrêt obligatoire d'une turbine ou de ralentissement des pompes.

On a disposé à cet effet des vannes de gardes à l'entrée de chaque canal d'amenée et à l'intérieur du bâtiment.

La hauteur maximum de retenue étant (sur le seuil) de $3^{m},50$ et la largeur normale des canaux d'amenée étant de $5^{m},50$, des vannes d'une seule pièce auraient conduit à des dimensions énormes et, partant, leur manœuvre aurait été difficile. On a donc divisé le canal d'amenée de chaque turbine en deux pertuis, et les vannes sont elles-mêmes formées de deux panneaux.

Le panneau inférieur a $1^{m},20$ de hauteur et chevauche de 10 centimètres sur le panneau supérieur dont la hauteur est de $2^{m},40$.

Le panneau inférieur est actionné par deux vis de 50 millimètres de diamètre; lorsqu'il est levé de $1^{m},20$, il vient butter contre deux taquets formés de bouts de cornières en saillie fixés sur le panneau supérieur et si l'on continue la manœuvre de levage, les deux panneaux s'élèvent simultanément[1].

On n'a donc au départ que la résistance due à la pression sur une surface de $1,20 \times 2,75 = 3^{m},30^{2}$

La carcasse de ces panneaux se compose : d'un cadre formé par des fers à U de 125/72 à 20k.7 dont les faces sont normales au plan de la vanne. Ce cadre est entretoisé horizontalement par 4 fers à I 125/75 à 14k.5 qui s'assemblent par des équerres aux montants du cadre. L'écartement de ces entretoises varie suivant leur distance au-dessous du niveau normal de l'eau.

Cette carcasse est recouverte du côté de la retenue par une tôle de 4 millimètres d'épaisseur pour le panneau supérieur et 6 millimètres pour le panneau inférieur.

Ces vannes glissent dans des coulisses en fer formées par des fers à U d'une largeur de 300 millimètres; deux de ces fers sont fixés dans les bajoyers du canal d'amenée, les deux

[1] Dans la partie en retour, du bâtiment, ce mode d'entretoisement a été supprimé et remplacé par des barres rondes, et l'écartement des fers plats est maintenu par des douilles enveloppant les entretoises.

Ces douilles sont fournies par des bouts de tuyaux de fer étiré.

autres placés dos à dos occupent le milieu du canal et sont contrebutés à la hauteur de la chambre des pivots par un fer à T qui sert en même temps d'appui à la passerelle de ronde.

Ces fers à U se prolongent en contre-haut du sol de la salle des pompes, et ils sont reliés horizontalemeut sur toute la longueur du bâtiment par deux fers de même dimension qui supportent les appareils de levage.

Le seuil du vannage est également formé par un fer à U de $^{300}/_{98.5}$ posé de plat, les deux ailes en bas, et fixé, d'une part dans le radier au moyen de boulons de scellement, et d'autre part aux montants-coulisseaux.

Lorsque la vanne est baissée, la partie supérieure repose sur un taquet formé d'un bout de cornière et le panneau inférieur est maintenu devant le panneau supérieur par une cornière verticale rivée de chaque côté dans les coulisses.

Les appareils de manœuvre se composent :

1° De deux vis en acier à filets carrés de $0^m,05$ de diamètre et de $0^m,01$ de pas ; ces vis sont solidement reliées aux panneaux inférieurs par des charnières et traversent à leur partie supérieure deux roues coniques dont les moyeux sont garnis d'écrous en bronze.

Le poids propre de l'appareil des tiges et de la vanne maintient ces roues en place.

2° De pignons commandant ces roues et montés sur un arbre horizontal portant à l'autre extrémité un pignon d'angle.

3° D'un pignon d'angle engrenant avec les deux précédents et monté sur un arbre horizontal normal aux deux autres et portant à une extrémité une manivelle et à l'autre un pignon semblable qui engrène à son tour avec deux pignons d'angle montés librement sur un arbre horizontal qui court tout le long du bâtiment et est commandé à une extrémité par une turbine actionnant les engrenages.

La manœuvre d'une vanne peut donc se faire, soit à la main, en agissant sur la manivelle et laissant les pignons d'angle libres sur l'arbre principal de commande, soit avec l'aide de la turbine, en embrayant convenablement une des roues folles de l'arbre principal.

Le levier de manœuvre du manchon d'embrayage actionne un disque qui indique dans quel sens est l'entraînement ou bien si l'arbre principal est complètement libre.

Une tringle horizontale parallèle à l'arbre de commande actionne, par l'intermédiaire de leviers, un distributeur spécial adapté à la turbine.

Cette tringle est commandée à la façon des aiguilles de chemin de fer par un levier fixé à l'un des fers longitudinaux supportant les appareils de manœuvre, au droit de chaque turbine.

A l'extrémité opposée à la turbine de manœuvre des vannes, cette tringle est maintenue par un levier à contrepoids dans la position correspondant à la fermeture de la turbine.

Si l'on vient à pousser un des leviers intermédiaires, la turbine se met en mouvement, et partant, la vanne s'élève ou s'abaisse suivant le sens de l'embrayage ; mais aussitôt que l'on lâche le levier, le contrepoids extrême ramène la tringle dans sa position normale.

Ponts roulants pour la manœuvre des pièces de machine.

Quatre ponts roulants pour les manœuvres de montage et de démontages nécessaires à l'entretien et aux réparations ont été installés dans la salle des pompes, par les soins de la maison Weibel, Briquet et C°, de Genève.

Deux de ces ponts roulants ont 12 mètres de portée et sont suspendus à la toiture, dont ils occupent le centre.

Les deux autres ont 3m472 de portée et sont supportés d'une part par la toiture et de l'autre par les murs des façades donnant sur le canal d'amenée, et ils ont été prévus pour le cas où l'on aurait des pièces à descendre dans les chambres des turbines.

Les deux grands ponts roulants se composent de deux poutres pleines en tôle et cornières, dont la semelle supérieure, sur laquelle reposent les rails, est horizontale, tandis que la semelle inférieure est parabolique, de telle sorte que la hauteur de la poutre au milieu est de 650 millimètres et aux extrémités de 300 milimètres.

Les abouts de ces poutres s'engagent dans une entretoise en fonte qui porte à ses extrémités des galets de roulement du pont. Ces poutres sont perpendiculaires aux façades et se déplacent d'une extrémité à l'autre d'un corps de bâtiment.

Un treuil d'une force de 12,000 kilog. roule sur ces ponts et peut se transporter de l'une à l'autre des façades.

Chaque pont reçoit son mouvement d'engrenages qui sont commandés par une chaine sans fin, descendant jusqu'au sol de la salle. Ces engrenages communiquent leur mouvement à un arbre placé le long d'une des poutres du pont, arbre qui actionne à ses deux extrémités l'un des galets de roulement.

Ainsi, l'égalité des déplacements de chaque extrémité est parfaitement assurée.

La translation des treuils et leur manœuvre est effectuée dans les mêmes conditions par d'autres jeux de chaînes.

Les ponts ne sont calculés que pour six tonnes et, dans le cas où il faudrait lever davantage, il serait nécessaire de les étayer.

Les petits ponts roulants sont formés par des fers à I de $\frac{300 \times 130}{11}$ leurs treuils sont calculés pour lever six tonnes.

Charpente métallique de la couverture.

La couverture est en ardoises du Valais, sur plancher jointif ; elle est portée par une charpente métallique.

Les fermes de cette charpente ont une portée de 21m30 et présentent une flèche de 4m40 et par suite une inclinaison un peu supérieure à $^1/_3$.

Leurs dimensions ont été calculées de manière à pouvoir supporter les grues roulantes destinées au levage des pièces de machine. Les grandes grues roulantes occupant le centre du bâtiment ont une portée de 12m014 et sont calculées pour pouvoir supporter 6 tonnes.

Les petites grues roulantes sont supportées d'un côté par la charpente et reposent de l'autre côté sur les murs de façade. Elles ont une portée de 3m472 et sont aussi calculées pour porter 6 tonnes.

Les fermes sont placées au droit des bajoyers des canaux d'amenée et de fuite, dans la partie du bâtiment qui est normale au cours du fleuve, leur écartement est par conséquent de 6m50

Dans la partie longitudinale, les canaux d'amenée et de fuite étant obliques, les fermes sont placées en diagonale relativement à la direction des canaux et leur écartement est de 6m835, qui est la largeur des canaux, mesurée dans le plan de le façade.

Une ferme de 28m024 de portée se trouve placée à l'intersection des deux corps de bâtiments, et supporte à son tour quatre portions de ferme.

Cette grande ferme est soutenue en outre par deux colonnes espacées de 16m578, placées à l'intersection des fers à I supportant les grands treuils roulants.

Toutes les fermes reposent sur les murs de façade, par l'intermédiaire de chariots de roulement.

Ainsi que le montre la planche V, les fermes se composent de poutres en treillis, dont la semelle supérieure forme les deux pans de la toiture et dont la semelle inférieure est en forme d'arc.

Des fers à U verticaux, fixés à ces poutres à la manières des moises pendantes, supportent les rails sur lesquels roulent les grues.

Les pannes sont au nombre de onze et sont formées d'un fer à I de $234 \times 94,5$, à l'exception de la panne faîtière, des pannes placées au droit des tiges de suspension des grues roulantes et des pannes sablières qui sont formées par des poutres à croisillons.

Le contreventement consiste en fers cornières de $\frac{60 \times 60}{8}$ placés dans le plan des pannes à treillis intermédiaires et reliant les tiges de suspension des ponts roulants.

Portes et fenêtres.

Quarante-trois fenêtres dont la partie supérieure est en plein cintre, 5,73 de hauteur sous clef et 3^m, de largeur, placés dans les façades longitudinales et deux fenêtres de même type que les précédentes, ayant $11^m,55$ de hauteur sous clef et $6^m,30$ de largeur placées dans les façades transversales jettent dans la salle des pompes le jour indispensable à la surveillance et au bon entretien du mécanisme.

Deux grandes portes placées dans l'avant-corps du bâtiment et vis-à-vis l'une de l'autre permettent le passage des plus grandes pièces.

Les châssis fixes et mobiles des fenêtres sont en fer.

Les portes sont en chêne et sont surmontées d'une imposte vitrée.

Elles ont $7^m,60$ de hauteur à partir de l'imposte et $4^m,20$ de largeur.

Elles sont munies de quatre panneaux vitrés et, à la partie inférieure, l'un des panneaux pleins a été rendu mobile et fonctionne comme porte de service ayant 2 mètres de hauteur et $0^m,85$ de largeur.

Passerelles de service.

Une passerelle de service reposant sur les avants becs des canaux d'amenée règne sur toute la longueur du bâtiment.

Elle est constituée par deux fers à I de $^{200}/_{110}$ écartés de 1 mètre d'axe en axe et entretoisés par des fers à I de $\frac{100 \times 50.}{9}$

Sur ces entretoises sont posés longitudinalement des fers zorés, qui servent à supporter la couche de béton qui forme la chaussée. Du côté d'amont, cette passerelle est pourvue d'un garde-corps dont les montants sont formés par des cornières de $^{60}/_{60}$ et les lisses et mains courantes par des fers ronds de 22^{mm} et 24^{mm} de diamètre. Cette passerelle est utilisée par les employés préposés au nettoyage des grilles.

Une passerelle analogue reposant sur les arrière-becs des canaux de fuite règne également sur toute la façade aval du bâtiment. Elle est constituée comme la précédente, sauf que l'écartement des longerons est de $0^m,750$.

En outre, au lieu d'être accolée à la façade comme la passerelle précitée, elle en est distante de $0^m,700$, de façon à pouvoir introduire dans les coulisseaux ménagés dans les arrière-becs, les poutrelles qui servent à barrer les canaux de fuite dans le cas où l'on aurait des travaux qui nécessiteraient la mise à sec d'une ou plusieurs chambres de turbines.

A l'intérieur du bâtiment et parallèlement à la façade amont il existe encore une passerelle de ronde, constituée en madriers reposant sur les murs des bajoyers et sur les fers à I qui contrebutent les montants intermédiaires des vannes de garde.

CHAPITRE XVIII

Le barrage à rideaux système Caméré

(Voir Atlas, Planches 3 et 4)

Les travaux de barrages exécutés au travers des rivières sont rarement établis sans que l'on utilise ces ouvrages pour créer un moyen de communication entre les deux rives. En général ce double problème peut être résolu assez facilement et sans qu'il en résulte une dépense supplémentaire très considérable. A Genève l'ouvrage qu'il s'agissait de construire dans le bras droit du Rhône devait répondre à un double but :

Il s'agissait en premier lieu de créer un barrage mobile susceptible de produire une retenue de $3^m,30$ au maximum, pendant la saison des basses eaux et de disparaître entièrement durant la période des hautes eaux.

Le même ouvrage devait en outre supporter une passerelle publique à piétons de $4,^m80$ de largeur utile en remplacement de l'ancien pont en bois dont la reconstruction était devenue nécessaire.

D'après la convention intercantonale concernant la régularisation du lac Léman, l'amplitude des oscillations du niveau des eaux doit être, dans la règle, réduite à $0,^m60$, il s'en suit que durant les époques de transition, en automne et au printemps, la manœuvre de ce barrage doit se faire facilement et rapidement, de façon à régler la retenue d'eau au gré des circonstances météorologiques du moment, et en combinant son action avec celle des autres éléments de régularisation dont dispose la Ville de Genève.

Entre les divers types en usage pour les barrages mobiles de rivières dont le fonctionnement doit répondre aux exigences d'une navigation souvent très active, le système Caméré, récemment adopté pour la plupart des ouvrages de cet ordre construits sur la Seine entre Paris et Rouen, paraissait convenir particulièrement à l'importance de la retenue à effectuer dans le bras droit du Rhône, tout en réalisant les autres conditions imposées par les circonstances.

C'est dans cette idée que le Conseil Administratif se mit en rapport avec M. Caméré, ingénieur en chef des ponts et chaussées et inspecteur des travaux de la navigation de la Seine, pour lui demander de procéder à un examen du problème qui se présentait dans notre Ville.

M. Caméré voulut bien, après avoir visité personnellement l'emplacement de l'ouvrage projeté, se charger de l'étude d'un avant-projet qui a servi de base aux plans d'exécution élaborés par les soins du bureau des travaux de la Ville.

La Ville de Genève a donc, en ce qui concerne cet ouvrage, bénéficié largement des expériences faites et des perfectionnements réalisés dans la construction des barrages de la Seine sous la direction de cet ingénieur éminent, qui a bien voulu, dès lors, s'intéresser à la réussite de l'ouvrage.

L'ouverture de 45m,50 entre culées, que présente le bras droit du Rhône à la hauteur du pont de la Machine, a été divisée en quatre travées mesurant 11,m15 pour les travées de rive, et 11,m60 pour celles du centre.

Le radier de l'ouvrage, qui devait résister aux chances d'affouillement qui peuvent résulter d'une chute d'eau importante et de la dénivellation de 1 mètre prévue dans le lit du Rhône, entre l'amont et l'aval, a été solidement construit en béton de chaux hydraulique d'épaisseur variable et de 19 mètres de largeur; le travail fait à sec par suite de l'épuisement du bras droit, a pu être exécuté avec tous les soins désirables et toute la précision voulue. La masse homogène de ce lit de béton a été recouverte d'une double rangée de madriers de sapin fixés sur un grillage en charpente.

La construction métallique, étudiée en vue de la double destination qu'on avait en vue, prend ses points d'appui extrêmes sur deux culées en maçonnerie établies, l'une dans le terre-plein du quai des Bergues, l'autre adossée au bâtiment de l'ancienne machine hydraulique.

En outre, trois solides palées en fer encastrées dans le lit de béton du radier, forment les appuis intermédiaires. Chacune de ces palées se compose de trois montants formés de deux fers en U $^{260}/_{82}$ à 38 k. le mètre, accouplés et solidement entretoisés de manière à constituer un ensemble susceptible de développer une résistance considérable dans le sens transversal.

Dans ces conditions les efforts résultant de la retenue d'eau agissent sur les divers éléments de la construction dans les mesures suivantes:

2,200 k. par mètre courant de barrage.

100,100 k. pour le barrage entier.

La répartition de l'effort se faisant pour deux tiers sur les points d'appui du radier et pour un tiers sur les poutres du pont, soit sur le tablier, ce dernier se trouve supporter une poussée horizontale de 735 k. par mètre courant et chaque palée un effort latéral de 8525 kg

Les poutres du tablier calculées pour supporter la surcharge résultant d'une foule serrée, sont reliées par un entretoisement disposé de telle façon qu'il constitue une poutre horizontale croisillonnée, susceptible de résister à l'effort latéral exercé d'amont en aval par la poussée de l'eau, et de reporter cet effort sur des points d'appui de l'ouvrage.

Un complément nécessaire de cette disposition, particulier à ce genre d'ouvrage, réside dans un système de chariots à galets propre à faciliter le jeu de la dilatation du pont lorsque le barrage est en fonction. Ces galets placés horizontalement se meuvent sur des plaques de roulement disposées verticalement à l'aval de chaque poutre, et encastrées dans les blocs de pierre de taille des culées.

Ce qui caractérise essentiellement le système de barrage Caméré, ce sont les rideaux articulés s'enroulant et se déroulant à volonté sur des fermettes en fer, et formant un élément relativement léger et d'un maniement facile. Ces rideaux n'en sont pas moins, dans leur simplicité, le résultat de longues expériences et de nombreux perfectionnements apportés principalement à la forme des charnières en bronze qui relient les lames du rideau et à la nature de l'alliage employé pour ces pièces, qui doivent avant tout être particulièrement solides et résister à l'usure et à l'oxydation.

Vingt cadres mobiles en fer, dont les parties essentielles se composent de fers à I de 250 millimètres servant de montants, sont fixés à leur partie inférieure par des tourillons à de robustes bâtis en fer noyés dans le béton du radier, et sont retenus à leur extrémité supérieure par des butoirs en fer forgé qui se manœuvrent comme des leviers et sont disposés de façon à assurer toute sécurité.

Le barrage une fois ouvert, les rideaux enroulés et remontés, les cadres dont il s'agit sont disposés de manière à pivoter sur les articulations de la base et à venir se coucher sur le radier de l'ouvrage. Cette manœuvre, ainsi que celle du relevage, s'effectue au moyen d'un treuil mobile à main, et de chaînes calibrées fixées à chaque cadre.

Cette disposition, commandée par l'état des lieux, diffère notablement de la méthode appliquée généralement aux barrages de la Seine, où les cadres mobiles articulés à leur partie supérieure sont disposés de manière à être relevés d'aval en amont pour se loger hors de l'eau au-dessous du tablier.

Les rideaux se composent d'un sabot en fonte et d'une série de 40 lames de bois de mélèze, réunies par des articulations en bronze phosphoré et séparées par un vide de 2 millimètres. Ils se fixent à l'amont des cadres d'appui et se déroulent de haut en bas, guidés par des nervures saillantes, sous l'influence du poids des sabots en fonte, et sous l'action du treuil et des chaînes animées elles-mêmes d'un mouvement différentiel, le brin extérieur se mouvant avec une vitesse trois fois plus forte que l'autre. Le relevage s'effectue en sens inverse de la descente; le rideau enroulé demeure alors suspendu par des chaînes à l'amont de la passerelle de service, ou peut être entièrement enlevé.

Les rideaux articulés sont au nombre de 39, mesurant $1^m,12$ de largeur et $3^m,345$ de hauteur. Les lames de mélèze ont une épaisseur variant en raison de la hauteur de la retenue de $0^m,05$ à $0^m,08$, avec une hauteur constante de 78 millimètres.

Le treuil différentiel à main se déplace sur une voie de $0^m,70$ de largeur, établie sur la passerelle de service qui règne sur tout le développement du barrage. Cet appareil est construit pour pouvoir manœuvrer séparément la montée et la descente des rideaux articulés, de même que le rabattement ou le relevage des montants d'appui; le treuil est muni d'un frein automatique système Mégy qui supprime toute manœuvre d'embrayage; il peut se fixer par une griffe, soit au rail de la voie, soit par un bras articulé au garde-corps de la passerelle, ce qui lui assure des points d'appui suffisants.

Telle est, dans ses lignes générales, l'économie de cet ouvrage qui a pu être essayé dès son achèvement en juin 1887. Par suite d'une cause restée inexpliquée, un certain nombre de crochets en fer forgé destinés à maintenir en place les tourillons des montants, se sont ouverts pendant la saison des hautes eaux, ce qui a entraîné le déplacement des cadres correspondants. Dès la remise en place du barrage au mois d'octobre, ce système de fermeture a été quelque peu modifié afin de prévenir le retour de semblables désordres.

En outre l'action du courant de l'eau, combinée avec l'influence de la pression d'amont, a déterminé pendant la période d'ouverture l'arrachage d'un certain nombre de plateaux du radier qui n'étaient pas suffisamment assujettis. Des précautions ont pareillement été prises pour diminuer autant que possible cet inconvénient.

En résumé, sauf ces légères imperfections auxquelles il a été remédié dès le début, le barrage à rideaux a fonctionné d'une manière parfaitement régulière et cet ouvrage paraît ne rien laisser à désirer, soit comme facilité, soit comme rapidité de manœuvre.

CHAPITRE XIX

Les vannages complémentaires

Les vannes de décharge en aval de l'Ile

(Voir Atlas, planche 23)

Choix de l'emplacement.

M. l'ingénieur Legler, dans son mémoire du 2 août 1882, avait projeté des vannes de décharge situées en aval de l'Ile.

La position de ce barrage était toute indiquée : le bras droit ayant, à partir de ce point, une largeur plus considérable qu'en amont, il était donc possible d'y lancer l'eau du bras gauche en cas d'arrêt des turbines; par conséquent si le débit était ralenti au bâtiment des turbines, il n'y avait qu'à ouvrir les vannes de décharge de la quantité correspondante.

Débit en hautes eaux.

M. Legler compte que pour arriver à débiter 350 mètres cubes par le bras gauche, si l'on suppose les eaux du bras droit très basses, il faut une largeur disponible de 36 mètres, ce qui résulte de la formule :

$$l = \frac{350}{0{,}4 \sqrt{2 \times 9.81\ (3.11)^2}} = 36 \text{ m.}$$

Type adopté.

Les vannes sont en bois et soutenues par des fermettes en fer. Celles-ci sont fixes et ancrées dans le béton du radier. Ce dernier est garanti par un avant et un arrière-radier.

Les culées se composent, du côté de la Halle de l'Ile, d'un mur soutenant une terrasse, et du côté du bâtiment des turbines, de la tête de la digue séparative.

L'écartement des fermettes est de $3^{m}20$ d'axe en axe.

Fondations.

Le sol du bras gauche était composé d'une couche de glaise recouverte d'une couche de gravier. Toute la fondation des vannes repose sur la glaise. Dans la planche XXIII, les fig. 1, 2

et 3 représentent les vannes. Quatre files de pieux et palplanches servent de coffrage au béton et de support aux liernes sur lesquelles le platelage du radier a été fixé.

L'épaisseur du béton de l'avant et de l'arrière-radier est de 0m30, celle du radier est de 1m50.

La largeur du radier est de 4 mètres, celle de l'arrière-radier de 5 mètres et celle de l'avant-radier de 4 mètres.

La cote de la partie supérieure du radier est PN — 5m35. L'arrière-radier se raccorde avec le bras droit, qui est à la cote PN — 5m95.

Le radier est fait en béton de chaux hydraulique de Virieu, recouvert d'une couche de béton de ciment.

Le platelage se compose de liernes placées d'une file à l'autre du battage et dans le sens du courant de l'eau. Un premier plancher de 0m04 en sapin repose directement sur les liernes et perpendiculairement à celles-ci. Un second et dernier plancher repose sur le premier, dans le sens du fil de l'eau, afin d'augmenter la résistance à l'arrachement.

Fermettes.

Les fermettes, au nombre de onze, sont ancrées dans le béton et se composent : d'un pied avec semelle noyée dans le radier ; d'un montant vertical composé de 2 fers à [, servant de glissières aux parties mobiles ; d'un montant incliné en fer à T ; de 3 entretoises horizontales et de 3 croix de Saint-André.

A la partie supérieure se trouve la passerelle de service, large de 1m40.

La hauteur de retenue des eaux est de PN — 1,30 à PN — 5,35 soit de 4m05.

La hauteur des vannes n'a été portée qu'à 3,90 afin que le déversement commence en déversoir, avant le moment où les vannes doivent être ouvertes.

Mécanisme de levage.

Pour faciliter le levage, les vannes de chaque travée ont été divisées en deux panneaux. L'inférieur a 1m61 de hauteur et l'autre 2m39. Le premier est composé de sept pièces de bois de mélèze de 0m22 de largeur et 0m23 de hauteur ; le second de dix pièces de 0m15 de large sur 0m24 de haut. Des sabots en fonte fixés à la vanne supérieure produisent l'entraînement de celle-ci, quand la vanne inférieure vient à buter contre eux.

Chaque vanne est mue par l'intermédiaire de deux crémaillères en fer à U avec dents en fer rond.

La manœuvre se fait à la main, mais l'installation est aménagée pour pouvoir, si le besoin s'en fait sentir, y placer une turbine. La force exercée sur la manivelle est transmise à la crémaillère au moyen d'une vis sans fin, de deux roues dentées et de deux pignons.

Mode d'exécution.

La construction des vannes a eu lieu pendant la première campagne 1884. Le travail a été exécuté rapidement, les difficultés rencontrées n'ayant pas été bien sérieuses. Les travaux ont été faits à l'abri du batardeau situé entre les vannes et le bras droit (voir pl. 2, fig. 2). Les

épuisements se sont effectués au moyen d'une pompe centrifuge actionnée par une turbine placée près de la Halle.

Enlèvement des batardeaux. (Atlas, Pl. 2, fig. 2.)

Le batardeau de la partie aval de la première fouille du bras gauche mise à sec, se composait d'une partie longitudinale au Rhône et d'une partie transversale. Cette dernière section fut conservée pour les travaux du Bâtiment des turbines, tandis que la première fut déjà en partie démolie dans l'été de 1884, afin de pouvoir livrer à l'eau du bras gauche le passage à travers les vannes de décharge, seule issue possible.

En hiver 1884-1885, les restes du batardeau longitudinal furent enlevés. Pendant la campagne de 1885, où les travaux du bâtiment furent poussés activement, toute l'eau du bras gauche continuait à s'écouler par les vannes, Il en résulta un affouillement important qui fut découvert au moment où les eaux commençaient à baisser, la rapidité du courant en cet endroit ayant empêché tout sondage. Un batardeau fut alors construit devant les vannes et servit en même temps aux travaux du bras droit, qui furent entrepris en 1886-1887.

L'affaissement qui s'était produit au radier des vannes est de 0m15; il n'a pas été constaté dès lors de mouvement appréciable.

Lors de la mise à sec du bras droit, la reprise en sous-œuvre des fondations fut faite. Ce travail a consisté à construire un premier mur sous le radier du côté du bras droit, et un second mur au droit de l'avant-radier.

Ces deux murs furent reliés au droit des fermettes par des traverses. Le détail de ce travail se trouve à la page 173.

Les vannes de décharge en aval de l'Ile ont coûté fr. 75,246 25, au lieu de fr. 58,385 85 somme prévue au budget primitif. — Cette différence provient à peu près exclusivement de la reprise en sous-œuvre de toutes les fondations de ces vannes à la suite de l'affouillement qui s'était produit à l'aval dans l'été de 1884.

Coût des vannes de décharge en aval de l'Ile

Culées:

a) Tête de la digue :			
Pierre de taille, 4m³229	à Fr. 110 —	Fr. 465 19	
Parements		» 16 44	
Béton entre la taille 3m75	à Fr. 18 70	» 70 13	
			Fr. 551 76
b) Culée vers la Halle :			
Maçonnerie de Meillerie 106m³836	à Fr. 19 55	Fr. 2,072 06	
Pierre de taille 4m³168	à Fr. 110 —	» 457 82	
Parements divers		» 746 12	
			Fr. 3,276 —

Radier :

Terrassements 1,339m³.90	à Fr. 2 05 . . .	Fr. 2,746 80	
Reprise de déblais 1,339m³90	à Fr. 0 45 . . .	» 602 95	
	A reporter	Fr. 3,349 75	Fr. 3,827 76

	Report	Fr.	3,349 75	Fr. 3,827 76
Enrochements $500^{m3}77$	à Fr. 5 50	»	2,754 24	
Charpente pieux $8^{m3}463$	à Fr. 48 —	»	406 22	
» palpl : $52^{m3}47$	à Fr. 58 —	»	3,043 20	
Battage de px. $159^{m}30$	à Fr. 4 —	»	637 20	
» palpl : $335^{m}68$	à Fr. 8 —	»	2,685 45	
Fers pour sabots $297^{m}80$	à Fr. — 55	»	163 80	
Béton de chaux n° 1 $368^{m3}48$	à Fr. 18 70	»	6,890 58	
» ciment n° 6 $67^{m3}64$	à Fr. 25 90	»	1,751 88	
Platelage sapin $41^{m2}31$	à Fr. 1 30	»	5,370 30	
Divers.	. . . .	»	308 16	
				Fr. 27,360 78

Vannes proprement dites :

Fers pour charpente 2,292k15	à Fr. — 55	Fr.	1,260 68	
Charpente mélèze $26^{m3}02$	à Fr. 140 —	»	3,642 80	
Plateaux chêne $56^{m2}26$	à Fr. 11 50	»	646 99	
Partie mécanique	. . . .	»	29,649 65	
Divers.	. . . .	»	1,022 82	
				Fr. 36,222 94
	Coût total. . . .			Fr. 67,411 48

Prix de revient du mètre linéaire sans culée :

	Prix total du vannage. . .			Fr. 67,411 48
Dont à déduire..	Culée-Digue	Fr.	551 76	
	» Halle	»	3,276 —	
				Fr. 3,827 76
	Reste.			Fr. 63,583 72

Longueur $38^{m}80$.

Prix par mètre linéaire $\frac{\text{Fr. } 63{,}583\ 72}{\text{Fr. } 38\ 80}$ . . . . Fr. 1,638 75

Réparations aux vannes de décharge.

Démolition et reconstruction d'une partie du radier . . . . Fr. 14,736 87

Vannes de décharge en amont de l'Ile

dites Vannes Séchehaye

Il a été expliqué précédemment que pour augmenter le pouvoir d'évacuation du bras gauche en cas d'arrêt des turbines, des vannes avaient été construites en tête de l'Ile entre l'ancienne machine hydraulique et la maison Séchehaye.

Le type adopté est semblable à celui des vannes de décharge, avec cette seule différence que les vannes mobiles sont en tôle au lieu d'être en bois.

Les vannes sont au nombre de cinq au lieu de douze, et toute la construction se trouve à 0^{m}85 au-dessus de celle des vannes de décharge.

Le seuil est donc à PN — 4^{m}50.

Les travaux furent entrepris en 1887 pendant la mise à sec du bras droit et ont été combinés avec la reprise en sous œuvre de la maison Séchehaye.

Coût des vannes Séchehaye

Culées :

Maçonnerie ordinaire 55^{m3}197	à Fr. 19 55	Fr. 1,079 01	
Pierre de taille 8^{m3}781	à Fr. 110 —	» 965 91	
Parements et arêtes diverses		» 458 86	
Chape 4 c/^{m}, 5^{m}06	à Fr. 4 55	» 23 02	
			Fr. 2,526 80

Radier :

Terrassements 823^{m}34	à Fr. 2 05	Fr. 1,687 85	
Charpente pieux 10^{m}54	à Fr. 40 —	» 505 78	
» palpl : 37^{m}77	à Fr. 58 —	» 2,190 66	
Battage pieux 157^{m}05	à Fr. 4 —	» 628 20	
» palpl : 142^{m2}34	à Fr. 8 —	» 1,138 72	
Béton chaux n° 1 192^{m3}93	à Fr. 18 70	» 3,607 79	
» ciment 148^{m}295	à Fr. 25 90	» 3,841 84	
Platelage sapin 320^{m2}54	à Fr. 10 —	» 3,205 40	
Maçonnerie pierres sèches 55^{m}197	à Fr. 11 05	» 281 10	
Enrochements 21^{m}816 à	Fr. 5 50	» 120 02	
			Fr. 17,207 36
Travaux divers. — Reprise en sous-œuvre de la maison Séchehaye			» 5,203 78
Vannage métallique proprement dit			» 15,001 75
		Total	Fr. 39,939 69

Prix du mètre linéaire de vannage (sans culées)

Coût total	Fr. 39,939 69
Dont à déduire : Culées	» 2,526 80
Reste	Fr. 37,412 89

Longueur 16^{m}40.

Prix du mètre linéaire $\frac{\text{Fr. } 37,412\ 89}{\text{Fr. } 16\ 40}$ . . . . Fr. 2,281 25

Date d'exécution : Février-Juin 1887.

CHAPITRE XX

Le réservoir de Bessinges, sa canalisation et le régulateur-compensateur de pression

Description du réservoir

La régularité de la pression était obtenue, pendant la première année de fonctionnement des pompes à haute pression, en évacuant l'excédent d'eau dans le réseau à basse pression au moyen d'une soupape équilibrée.

Il fallait donc que la production fût constamment supérieure à la quantité d'eau dépensée.

La soupape ci-dessus corrigeait les faibles variations de débit, mais pour les variations plus importantes il fallait modifier l'allure des pompes.

Quatre grands réservoirs verticaux mesurant 1m,50 de diamètre sur 12m, de hauteur, dans lesquels de l'air était comprimé, servaient dans une certaine mesure de compensateur pour diminuer la rapidité des oscillations de la pression.

Ce système a donné des résultats satisfaisants, comme du reste dans les autres villes où il est appliqué, à Londres par exemple, pour 500 mètres de pression, mais vu l'heureux développement du réseau et les débits de plus en plus considérables qu'il fallait obtenir, il y avait lieu d'augmenter la puissance des moyens de régularisation de la pression.

Développement du service à haute pression.

Dès la mise en activité des nouvelles installations, de nombreuses demandes de force motrice et d'eau ménagère ou industrielle ont nécessité un prompt complément du service de la haute pression.

Les chiffres ci-dessous permettent de se rendre compte du développement rapide de ce service.

ANNÉES	Nombre de pompes en service	EAU ÉLEVÉE M³	PRODUIT EN FRANCS				
			EAU MOTRICE	EAU MÉNAGÈRE	EAU INDUSTRIELLE	TOTAL	AUGMENTATION
1886	3	1,517,836	6,441 05	—	—	6,441 05	
1887	3 1	3,946,877	42,469 50	RD. 20,729 (10 mois) RG 8,226 75.	2,202 70	73,627 95	67,186 95
1888	4 2	6,582,942	90,181 20	RD. 27,552 95. RG. 11,435 —	5,424 50	134,593 65	60,965 70
1889	6	10,691,038	112,840 60	RD. 28,044 35 RG. 12,173 55	9,691 35	162,849 85	28,256 20

Les pompes à haute pression ont été mises en service régulier le 14 juillet 1886. Du 24 mai au 14 juillet, elles avaient fait un service intermittent. Le débit pour l'année entière peut donc être estimé, pour la comparaison avec les années suivantes à 3,000,000 de mètres cubes élevés.

Moyens possibles pour régulariser la pression.

Pour obtenir une puissance de régularisation en rapport avec les volumes d'eau élevés, trois moyens se présentaient.

1° Augmenter le nombre des grands réservoirs à air existant au bâtiment des turbines.

2° Créer sur une des hauteurs avoisinant Genève un trop-plein à air libre permettant l'évacuation de l'eau en excès.

3° Etablir un réservoir remplissant le but proposé et permettant en outre d'emmagasiner un certain volume d'eau à restituer quand la consommation serait plus forte que la production.

Motifs à l'appui de la construction d'un réservoir à air libre.

Le système des réservoirs à air ou à piston plongeur avait l'inconvénient de demander pour de plus forts débits une surveillance continuelle et compliquée et surtout de n'avoir jamais de réserve, lorsque, pour une raison quelconque, les pompes devaient être arrêtées. Tout le réseau à haute pression se trouvait ainsi privé non seulement d'eau motrice, mais encore d'eau ménagère.

L'éclairage électrique prenant pied à Genève, il en résultait que l'entretien des installations ne pouvait plus se faire que de une heure du matin à 6 ½ heures, moment d'ouverture des usines. De ce laps de temps, il fallait encore déduire le temps nécessaire à la fermeture et à l'ouverture des vannes, au moins une heure pour la fermeture et deux heures pour l'ouverture et la mise en service, ce qui réduisait le temps disponible à 2 ½ heures, temps insuffisant pour permettre un entretien économique.

La construction demandée devait donc permettre, outre la régularisation de la pression avec les nouveaux débits, l'emmagasinage d'un volume d'eau correspondant au débit de trois pompes à haute pression pendant la nuit.

Les pompes du type des nº 4, 5 et 6, ayant un débit de 5,335 litres à la minute pour 26 tours, élèvent chacune en une heure $320^{m^3},10$.

Le débit pour trois pompes par heure est de 960^{m^3} et pour 13 heures de marche $12,484^{m^3}$.

C'est cette quantité d'eau qu'il fallait pouvoir emmagasiner.

Emplacement

Le système pour la régularisation des nouveaux débits étant choisi, il restait à déterminer l'emplacement du réservoir.

Le choix pouvait se porter sur les collines du Grand-Saconnex, de Bernex ou de Bessinges.

Au Grand-Saconnex, le réservoir n'aurait été qu'à 75 mètres au-dessus du niveau moyen du lac.

A Bernex, il se serait trouvé à près de 8,000 mètres du bâtiment des turbines.

Il ne restait à disposition que la hauteur de Bessinges, dont le sommet est à 120 mètres

au-dessus du niveau moyen du lac et dont la distance du réseau urbain est sensiblement de 4,000 mètres.

Le choix de l'emplacement de Bessinges s'imposait donc naturellement.

Dispositions générales.

Pl. XX — Le réservoir de Bessinges a, dans son œuvre, parallèlement à la route de Cologny à la Capite, une largeur de 42m64 et perpendiculairement une longueur de 48m88.

Il est couvert au moyen de voûtes en berceaux et en voûtes d'arêtes, supportées par 42 piliers en maçonnerie.

Une couche de terre recouvre les maçonneries.

Des contreforts écartés de 6m24 d'axe en axe, appuient les murs d'enceinte.

Les angles sont renforcés par des contreforts spéciaux.

Un château d'eau permet d'avoir en ville la pression voulue et de distribuer l'eau à la campagne de M. Tronchin.

Pl. XX — Le trop-plein s'échappe du côté de Vandœuvres.

Fig. 17 — Le réservoir a été établi en déblai, afin d'avoir en ville la pression la plus forte possible.

Le niveau du déversoir dans la tourelle est à la cote PN + 127,33 et le plan d'eau supérieur du réservoir à PN + 123. Le niveau du fond varie de PN + 116 à PN + 117.

Hauteur de retenue d'eau.

Fig. 1 — Il résulte des cotes ci-dessus que la hauteur de retenue d'eau est de 6 mètres du côté sud-est et de 7 mètres du côté nord-ouest.

Fondations.

Fig. 1 à 11 — Les fondations du réservoir reposent sur la molasse. Lors de la construction, les couches de terre végétale ont été mises de côté pour être appliquées ensuite sur les talus extérieurs.

Les fondations étant très importantes, les terrassements ont été poussés jusqu'au sol dur, lequel se trouvait d'ailleurs à de faibles profondeurs. Au centre du réservoir et à l'angle est, la molasse a été rencontrée à 0m50 de profondeur et à l'angle ouest au niveau des fondations prévues.

Radier.

Fig. 1 — Le radier est incliné pour éviter les déblais dans la molasse et faciliter la vidange; son inclinaison est dirigée du sud-est au nord-ouest. La pente totale est d'un mètre. Il est formé d'une couche de béton de chaux de 0m35 d'épaisseur, puis d'une couche de 15 centimètres de béton de ciment et

pesettes, recouvert d'une chape de $0^{m}03$ en mortier de ciment. Il repose directement sur le sol naturel et n'a d'autre but que d'empêcher les infiltrations. Pl. XX

Couverture du réservoir.

La couverture en maçonnerie, étant celle qui convient le mieux aux réservoirs destinés à l'alimentation, a été faite au moyen de voûtes en berceau et d'arêtes. Fig. 1, 2 et 3

Les voûtes sont recouvertes d'une couche de $0^{m},80$ de terre végétale, afin de les protéger contre l'influence des variations de température.

Dimensions des voûtes :

Longueur de la corde . . . $5^{m}20$.
Flèche . . . . $1^{m}00$.
Epaisseur à la clef . . . . $0^{m}30$.
Epaisseur aux naissances . . $0^{m}75$.

Ces voûtes sont en béton de ciment à 225 kilos de ciment Portland par mètre cube.

Elles reposent sur les murs d'enceinte et sur 42 piliers en maçonnerie de Meillerie, à section carrée de $1^{m}30$ de côté à la base sur $1^{m}04$ au sommet.

Murs d'enceinte.

Les murs d'enceinte ont une section en rapport avec la hauteur de retenue de l'eau, laquelle varie de $6^{m}00$ à $7^{m}00$. Ils sont renforcés par des contreforts espacés de $6^{m}24$ d'axe en axe. Aux angles du réservoir sont des contreforts spéciaux. L'épaisseur des murs d'enceinte est constante au sommet, et par le fait du fruit donné à chaque côté du mur on obtient à la base une épaisseur plus considérable pour les retenues d'eau plus grandes. Fig. 1 à 11 et 19-20

L'épaisseur de la fondation a été de $1^{m}00$ au minimum, pour descendre plus profond en-dessous du radier chaque fois que la molasse n'était pas rencontrée à cette cote.

Les murs ont été recouverts d'une couche de terre végétale dont les talus sont réglés à 2 sur 1.

Ils ont été construits en béton à raison de 225 kilogrammes de chaux par mètre cube de béton.

Les dimensions principales des murs d'enceinte sont :

Hauteur de la retenue d'eau . . . . $6^{m}00$ à $7^{m}00$ Pl. XX, Fig. 19 et 20
Epaisseur du mur d'enceinte au sommet . . . . $1^{m}25$
Fruit intérieur . . . . $0^{m}10$
Fruit extérieur . . . . $0^{m}15$
Largeur des contreforts parallèlement au mur d'enceinte . . . . $1^{m}50$
Epaisseur des contreforts dans le sens de la poussée de l'eau . . . $0^{m}50$
Fruit de la poussée de l'eau . . . . $0^{m}436$
Fruit parallèlement au mur d'enceinte . . . . $0^{m}05$

Au niveau du radier.

Epaisseur des murs d'enceinte	2m75 à 3m00
Epaisseur des contreforts dans le sens de la poussée de l'eau	2m22 à 2m50
Epaisseur totale	4m97 à 5m50
Largeur des contreforts parallèlement aux murs d'enceinte	1m60 à 2m00

En dessous du niveau du radier.

Excédent des largeurs du côté intérieur des murs d'enceinte . . . 0m50
Excédent des largeurs du côté extérieur des murs d'enceinte . . . 0m50
Pl. XX Excédent des largeurs le long des contreforts parallèlement aux murs d'enceinte 0m50
Idem dans le sens de la poussée de l'eau 0m70
Largeur des fondations du mur d'enceinte . . . . 3m75 à 4m00
Largeur des contreforts dans le sens de la poussée de l'eau. 2m52 à 2m70
Largeur totale des fondations . . . . 6m27 à 6m70
Largeur des fondations du contrefort dans le sens du mur d'enceinte . . . . 2m60 — 3m00

Conditions d'équilibre des voûtes.

(y compris la poussée des terres)

Fig. 1

Pression à la clef par mètre courant de voûte.	kg.	7,160
» » aux naissances par mètre courant de voûte.	»	10,870
» » par centimètre carré	»	2,39
» » répartie aux naissances sur 0m,60 de large	»	1,81
Pression maximum sur l'arète d'intrados	»	3,62

Conditions d'équilibre des murs d'enceinte.

Fig. 1, 2, 19 et 20 Les conditions d'équilibre sont établies pour un élément composé d'un contrefort et d'une longueur de mur d'enceinte correspondant à l'écartement d'axe en axe des contreforts soit 6m,24.

Le tableau suivant donne les conditions d'équilibre pour diverses suppositions.

Les colonnes 2, 3 et 5 se rapportent au cas où les terres appuyant les murs seraient enlevées, et les colonnes 4 et 6 aux conditions ordinaires.

1	2	3	4	5	6
	AU NIVEAU DU RADIER			SUR LE SOL.	
Hauteur de la retenue d'eau........	6^{m}—	7^{m}—	7^{m}—	7^{m}—	7^{m}—
Pression oblique due à la poussée de la voûte en berceau..............	KIL. 67,828	KIL. 67,828	KIL. 67,828	KIL. 67,828	KIL. 67,828
Poussée de l'eau normalement au mur	112,320	152,880	152,880	152,880	152,880
Poids du mur......................	169,680	212,458	212,458	279,178	279,178
Poids de l'eau sur la fondation				21,840	21,840
Poussée oblique des terres contre le mur d'enceinte	—	—	64,330	—	71,776
Résultante oblique	280,000	342,000	355,000	410,000	430,000
Pression verticale correspondante...	228,000	279,000	315,000	366,000	405,000
Répartition de la pression verticale					
Distance du point d'application à l'extrémité du contrefort.............	$1^{m}44$	$1^{m}56$	$2^{m}10$	$2^{m}10$	$2^{m}60$
Largeur du contrefort..............	$1^{m}60$	2^{m}—	2^{m}—	3^{m}—	3^{m}—
Surface correspondante.............	2^{M^2} 30	3^{M^2} 12	4^{M^2} 20	6^{M^2} 30	7^{M^2} 80
Largeur totale du mur et du contrefort..........................	$4^{m}97$	$5^{m}50$	$5^{m}50$	$6^{m}70$	$6^{m}70$
La pression se répartit au maximum sur une surface triple, soit sur...	6^{M^2} 90	9^{M^2} 36	11^{M^2} —	18^{M^2} 90	20^{M^2} 10
Si la pression était uniformément répartie elle serait par cm^2 de...	3^{K} 3	3^{K} 0	2^{K} 8	2^{K} —	2^{K} —
Pression maximum sur l'arête extérieure	6^{K} 6	6^{K} —	4^{K} 9	4^{K} —	3^{K} 3
En tenant compte de l'extension du contrefort :					
Sur l'arête extérieure, compression	5^{K} 4	5^{K} —	4^{K} 9	3^{K} 4	3^{K} 3
Sur l'arête intérieure, extension...	1^{K} 2	1^{K} —	—	0^{K} 7	

Le béton du contrefort et de sa fondation supporte, en négligeant le travail à l'extension et la poussée des terres, un effort maximum de kg. 6 à 6,6 par cm^2

En tenant compte de l'extension de . . . . » 5^{K} 4 »

En tenant compte de la poussée des terres, le travail n'est plus que de . . . . » 4^{K} 9 »

Le sol doit supporter un effort maximum de :

Sans tenir compte de la poussée des terres . . . . » 4^{K} »

En tenant compte » » . . . . » 3^{K} 3 »

Le béton adhère dans une certaine mesure sur le terrain et dans le massif

du mur, mais on peut négliger ce travail à la traction pour ne s'occuper que de celui à la compression.

Les mortiers de chaux hydraulique de Virieu, d'après les essais faits à Zurich en 1884, se rompent à la compression sous un effort de 164 à 271 kg. par centimètre carré quand les mortiers ont respectivement 84 jours et 210 jours.

Comme il est d'usage de faire supporter aux maçonneries $^1/_{10}$ de la charge à l'écrasement, la pression maximum que le béton pourrait supporter dans la construction serait de kg. 16,4 à 17,1.

Il se trouve d'anciennes constructions qui travaillent au chiffre de 16 à 18 kg., mais quand il s'agit de réservoirs qui peuvent amener des accidents toujours considérables, il convient d'abaisser cette limite à la moitié. C'est donc 8 kg. qu'il y a lieu d'admettre comme maximum.

Au réservoir de Bessinges, avec la poussée des terres, le travail maximum du béton est de kg. 5 ; il faudrait que le remblai disparût pour ne plus occasionner de poussée et porter le travail maximum du béton entre 6 et kg. 6,6. Nous sommes donc dans des conditions avantageuses, puisque nous venons de voir que la limite à laquelle nous pouvions prétendre était de 16 k., réduite à 8 k. pour assurer l'avenir. Nous sommes donc en travail encore inférieur à ce dernier chiffre.

Pression sur le terrain.

Le travail maximum par centimètre carré soit à l'arête du béton est de kg. 4 sans les terres et de kg. 3,3 en tenant compte de la poussée de celles-ci; ce travail est donc en dessous des moyennes admises.

Glissement sur le terrain.

La poussée horizontale maximum est de 197,000 kg. La pression verticale étant de 410,000 kg., le rapport est de 0,48 tandis qu'il est admis d'aller jusqu'à 0,75. Les conditions sont donc avantageuses.

Comparaison avec des ouvrages existants.

D'après M. Græff, il existe en France des ouvrages dont la pression dépasse notamment 6 kg. par centimètre carré.

Au barrage de Gros-Bois elle s'élève à 11 kilog.

En Espagne, la pression du barrage d'Almanza, construit au XVIe siècle, atteint 14 kilog.

La ville de St-Chamond a un ouvrage travaillant à 8 kilog.

Capacité du réservoir

La capacité du réservoir est représentée par les chiffres suivants :

Hauteur d'eau	Mètres cubes
0,10	1,145
1.—	2,884

Hauteur d'eau	Mètres cubes
2.—	4,835
3.—	6,806
4 —	8,797
5.—	10,808
6,—	12,838

Château d'eau.

Le fond du réservoir n'étant qu'à PN + 116^{m} et le plan d'eau supérieur à PN + 123, on a construit un château d'eau au-dessus de la chambre des vannes, afin d'augmenter la pression en ville lors du remplissage et de pouvoir livrer à M. Tronchin l'eau sous une pression suffisante. Fig. 1 et 19

La cuve en tôle renferme un volume de 75 mètres cubes d'eau à la disposition de M. Tronchin, propriétaire du fonds sur lequel le réservoir a été construit. Le plan d'eau supérieur dans la cuve est à PN + 126,93. Chaque fois que l'eau arrive au réservoir, la cuve se remplit d'abord puis le surplus se rend au grand réservoir.

Arrivée de l'eau.

L'eau arrivant de la ville passe à travers le robinet-vanne et la soupape de sûreté. Un clapet empêche l'eau d'arriver par le fond et l'oblige à se déverser à la cote PN + 127,33 par le tuyau placé au centre de figure du château d'eau. Un joint flexible a été intercalé sur ce tuyau pour empêcher qu'il ne se produise sur les pièces en fonte situées à la partie inférieure une pression considérable par suite d'un tassement quelconque des maçonneries de la tourelle. Pl. XX, Fig. 1 et 19

Ce joint se compose de deux couronnes circulaires de tôle de 5 millimètres d'épaisseur, juxtaposées par leur circonférence extérieure et courbées de telle sorte que les circonférences intérieures se trouvent éloignées de 50 millimètres, tandis que les bords extérieurs sont réunis par un joint en caoutchouc de 80 millimètres de large sur 10 millimètres d'épaisseur. Le diamètre intérieur de ces couronnes est égal à celui du tuyau soit 51 centimètres et le diamètre extérieur compte 1^{m}09.

La solidité du joint est obtenue au moyen de boulons placés le long de la circonférence extérieure et chaque couronne est réunie à une partie du tuyau par un fer cornière de 60/60/9 rivé à l'extérieur.

Départ de l'eau.

Le départ de l'eau se fait par le fond, un clapet permet au besoin d'arrêter l'évacuation de l'eau au cas où la vanne ne fonctionnerait pas suffisamment bien. Pl. XX, Fig. 19

Le clapet est placé en dedans du réservoir.

Quand l'eau descend de celui-ci le clapet de refoulement se soulève, l'eau passe à travers la soupape équilibrée et le robinet-vanne.

Le clapet situé dans la tourelle s'ouvre et se ferme donc automatiquement selon que le réservoir se vide ou qu'il se remplit.

Le plan d'eau qui influence le débit estdonc situé entre les cotes PN + 116^{m}00 et 123^{m}00.

Trop-plein.

Pl. XX, Fig. 1 Le trop-plein du réservoir est placé à la cote PN + 123^{m}00. Il consiste en un tuyau en fonte de 0,50 de diamètre, pointillé dans la figure n° 1. A partir du tuyau, une gargouille en ciment de 0^{m}30 de profondeur sur 0^{m}30 d'ouverture se dirige du côté du sud-est, dans la propriété de M. Tronchin jusqu'à une pièce d'eau d'environ 2,350 mètres carrés, creusée dans le but de se procurer les terres nécessaires à la protection des maçonneries du réservoir.

Le trop-plein de cette pièce d'eau, qui peut lui-même se régler au moyen d'une bonde de vidange, s'écoule par une canalisation en béton de ciment, en partie souterraine, en partie à ciel ouvert, dans la carpière, soit étang de M. Tronchin. Cette carpière qui recevait antérieurement toutes les eaux de la propriété de M. Tronchin, les écoulait par un fossé ouvert dans la direction de Vandœuvres.

La même tracé a été maintenu pour les eaux du trop-plein du Réservoir; toutefois l'ancien fossé compris entre la carpière et le chemin de l'Ecorcherie (limite de la propriété de M. Tronchin) a été remplacé par un canal en béton recouvert de dalles.

Du chemin de l'Ecorcherie, le canal recouvert de dalles est remplacé par des tuyaux en ciment de 0^{m},30 de diamètre et cette canalisation traverse deux propriétés particulières pour se jeter dans le nant de Vandœuvres.

Cette servitude a été accordée par les propriétaires, à condition que la Ville les mettrait à même d'utiliser une partie de l'eau s'écoulant du trop-plein.

Cette demande fut prise en considération par la Ville.

Débit du trop-plein

Le trop-plein a été calculé pour un débit maximun de trois mètres cubes à la minute; cette limite n'a jamais été dépassée, grâce au bon fonctionnement d'un flotteur qui, au moyen d'un appareil électrique, indique constamment et graphiquement au bâtiment des turbines les hausses et les baisses du niveau de l'eau dans le réservoir.

Echappement de l'air.

Pl. XX, Fig. 1 Le niveau de l'eau variant d'un instant à l'autre dans le réservoir, il a fallu faciliter l'évacuation et la rentrée de l'air. Dans ce but, huit cheminées ont été ménagées dans les voûtes du réservoir. Elles sont recouvertes par un chapeau en tôle surmontant un treillis métallique.

Ecoulement des eaux pluviales.

Les eaux de pluie qui pénètrent jusqu'aux voûtes doivent être évacuées. Dans ce but la partie supérieure du réservoir a été nivelée au moyen d'une application de béton de chaux, puis chapée, de façon à présenter une surface imperméable à l'eau.

Regards.

Pour faciliter la visite du Réservoir, deux grands regards ont été établis, l'un vers l'arrivée de l'eau, l'autre vers le départ du trop-plein. Pl. XX, Fig. 1

Echelles.

De chaque regard une échelle en fer permet de descendre dans le réservoir. Une autre échelle, en partie mobile permet l'accès du pied de la tourelle au-dessus de la plate-forme. Pl. XX, Fig. 1

Escalier.

Un escalier en granit, supporté par une armature en fer, permet l'accès de la partie supérieure de la tourelle où une plate-forme spéciale a été aménagée. Elle est, comme celle du réservoir, la jouissance de M. Tronchin. Fig. 18

Sur la demande de celui-ci, la Ville a établi autour du réservoir, à environ 1 mètre du pied des talus, un drainage avec un canal d'écoulement aboutissant au trop-plein du côté de Vandœuvres.

Deux regards, l'un devant la tourelle, l'autre au côté opposé du réservoir, permettent les jaugeages pour déterminer les quantités d'eau provenant des infiltrations.

Le drainage proprement dit est formé, autour du réservoir, de tuyaux de Montchanin de $0^{m}09$ de diamètre, emboîtés les uns dans les autres et recouverts d'une couche de galets de $0^{m}40$ de hauteur.

Deux pentes uniformes de $0^{m}05$ par mètre partent du regard situé devant la tourelle pour aboutir au grand regard situé sur la face S.-E.

Ce regard, d'une profondeur de $3^{m}60$, est muni d'une échelle en fer pour faciliter les jaugeages et la visite des tuyaux d'écoulement.

Du grand regard de jonction, à la gargouille du trop-plein, les tuyaux ont un diamètre de 12 centimètres, mais ne sont plus recouverts de galets.

Exécution des travaux.

La construction du réservoir a été effectuée par le service de M. Odier, ingénieur de la Ville. Sur place, la Ville délégua M. Bron, ingénieur, et celui-ci ayant passé au printemps de 1888 à un autre service, ce fut M. Herzog, ingénieur, qui s'occupa des travaux de parachèvement.

Les travaux de terrassements et maçonneries furent confiés à MM. Bouët et Laplanche, entrepreneurs à Genève. MM. Châtelet frères et Olivet ont fait la fourni- graviers et le transport des terres végétales qui manquaient.

Les terrassements furent commencés le 9 mars 1887. Le 24 avril, les fouilles pour le mur du côté nord-ouest étaient achevées et le béton des fondations fut commencé le même jour.

Le 27 mai, les fouilles des autres murs furent terminées. Le 19 juillet, le béton des murs d'enceinte fut achevé et celui du radier commencé. Le 30 juillet, on commença le béton des voûtes par les sept voûtes du côté aval.

A peine achevées, du 3 au 12 août elles s'affaissèrent avec leurs cintres, ou au moment du décintrement. Cet accident causé par l'insuffisance des cintres employés par l'entrepreneur, entraîna la suspension des travaux de bétonnage des voûtes jusqu'au 5 octobre, les autres travaux étaient poursuivis.

Le 5 octobre, les travaux de bétonnage des voûtes furent repris.

Le 26 décembre, la 55[e] et avant-dernière voûte était terminée.

Le 20 décembre, les chapes intérieures furent assez avancées pour permettre la construction de la dernière voûte, qui avait été retardée pour faciliter les travaux intérieurs.

Le 13 janvier 1888, le réservoir proprement dit et la tourelle jusqu'au cordon étaient terminés après dix mois de travail.

Le coût du réservoir est détaillé au tableau XVIII.

Mise en eau du réservoir.

Le réservoir fut rempli pour la première fois le 27 mai 1888.

Il est entré en service régulier dès le 27 juin suivant.

Etanchéité.

Quels que soient les soins apportés à la construction d'un réservoir, l'étanchéité ne saurait être parfaite. La nature de la chape et le soin avec lequel elle a été faite, font cependant varier l'importance des pertes.

Outre le fait que la chape n'est pas absolument étanche, malgré la plus grande attention vouée à son application, les différences de température jouent un rôle important et produisent parfois des fissures, surtout lors des variations de température, au printemps et en automne.

Le réservoir a donc été visité régulièrement aux changements de saisons et il a été constaté que sur les petits côtés, soit sud-est et nord-ouest, l'influence de la température avait été insignifiante.

Sur les grands côtés de $48^{m}88$ dans œuvre, cette influence a été plus sensible, sans cependant atteindre les proportions que l'on pourrait admettre par l'expérience.

Depuis la mise en service du réservoir, les températures extrêmes de l'eau qui se sont produites sont:

Maxima 21 Août 1888 19°4
Minima 13 Février 1889 1°—
Différence 18°4

Le coefficient de dilatation par mètre et par degré pour la maçonnerie de béton de galets siliceux et mortier de ciment est de 0,0000143 d'après M. Bouniceau, ingénieur en chef des ponts et chaussées français, ensuite d'expériences faites pour déterminer l'influence de la température sur des ouvrages concernant le port du Havre.

L'influence totale de la dilatation sera donc de 48m88 × 0. 0000143 × 18°4 = 0m01286.

A Bessinges il n'y a guère eu que la dixième partie de ce mouvement, la fissure ayant de 1 à 1½ millimètre de large. Cette fissure paraissant s'étendre également au béton, l'on a appliqué le procédé employé à Paris par M. l'ingénieur en chef Couche dans des cas analogues : les lèvres de la fissure ont été dégradées sur une largeur de cinq à six centimètres et une profondeur d'un centimètre; une bande de caoutchouc a été appliquée et collée sur celles-ci et le tout a été recouvert d'une couche de ciment. L'opération a très bien réussi, la fissure n'a pas reparu, l'étanchéité de ce côté-là est donc assurée.

La liste ci-dessous indique l'eau recueillie aux abords du réservoir, y compris l'eau de pluie, puisqu'il y a un drainage autour des talus appuyant les murs d'enceinte.

Infiltrations recueillies aux abords du réservoir.

1888	Juillet	23	135 litres à la minute
	Août	6	63 »
	Septembre	3	47 »
	Octobre	15	25 »
	Novembre	4	26 »
	Décembre	3	28 »
1889	Janvier	7	30 »
	»	13	Visite du réservoir.
	»	23	Visite du réservoir.
	Février	4	45 litres à la minute.
	Mars	11	30 »
	»	22	Visite du réservoir.
	Avril	8	22 litres à la minute.
	Mai	13	18 »
	Juin	3	15 »
	Juillet	1	12 »
	Août	12	14 »
	Septembre	3	12,5 »
	Octobre	18	18 »
	Novembre	4	19 »

Novembre	18	10 litres à la minute	
»	29	18	»
Décembre	6	23	»

L'importance des infiltrations a donc beaucoup diminué : de 135 litres à la première constatation, elles tombent à 10 litres le 18 novembre 1889.

Fonctionnement.

Le réservoir se remplit pendant la nuit et se vide partiellement pendant le jour, il reste donc le soir une quantité d'eau plus ou moins considérable selon l'importance de la vidange opérée pendant la journée.

Contrôle.

Pour assurer le service il a été établi une ligne électrique entre Bessinges et le Bâtiment des turbines. Elle a pour but :

1° Par un appareil flotteur à contact électrique, d'enregistrer au Bâtiment des turbines les variations, de dix en dix centimètres, du niveau de l'eau dans le réservoir.

2° D'avertir au moyen d'une sonnerie, communiquant au moyen d'un contact pour flotteur, du moment où l'eau atteint la hauteur maximum permise dans le réservoir, de façon à modérer la marche des pompes afin d'éviter de faire déverser inutilement le trop-plein.

3° De relier le réservoir par une ligne téléphonique au réseau général de Genève.

Deux fois par jour la vérification de l'enregistreur se fait par une lecture directe sur le limnimètre.

Conduite sous pression reliant le réseau urbain avec le réservoir de Bessinges

Tracé.

(Voir Atlas, Planche 19)

Le raccordement du réservoir de Bessinges avec le réseau urbain pouvait se faire :

1° Par le quai et la route de Cologny à la Capite.

2° Par Frontenex, — Cologny, — Bessinges. —

Ce dernier tracé était le plus long et avait l'inconvénient d'emprunter des routes déjà desservies par le réseau des eaux d'Arve. Le premier tracé par conséquent fut adopté.

Pl. I La conduite part de la jonction des collecteurs, à l'intersection du Grand-Quai et du Quai des Eaux-Vives, où se trouvent les raccordements avec la conduite de ceinture. Celle-ci se compose d'une conduite de 500 millimètres dans le

collecteur, entre le Quai du Lac et le Bâtiment des turbines, et d'une conduite de 400 millimètres passant par les boulevards.

Au Quai des Eaux-Vives, au droit du Port, on peut à volonté intercaler l'appareil compensateur de pression décrit plus loin.

La conduite suit le quai jusqu'au bas de la rampe de Cologny, de là la route de Cologny, Bessinges et se raccorde au réservoir par les appareils situés au bas de la tourelle. Pl. XIX

La longueur du tracé est la suivante :

De la conduite de ceinture à l'appareil compensateur des Eaux-Vives	435m00
De l'appareil compensateur au bas de la rampe de Cologny .	1333m00
Du bas de la rampe à Cologny (1re vanne)	857m00
De la 1re vanne à la 2e vanne intermédiaire	465m00
De la vanne intermédiaire au robinet d'air placé à la partie la plus élevée de la conduite	762m00
Du robinet d'air à l'axe de la vanne située dans la tourelle .	129m50
Longueur totale de la conduite . .	3981m50

Une seule conduite sert à l'aller et au retour de l'eau.

Diamètre de la conduite :

Le diamètre est de 600 millimètres sur toute la longueur de la canalisation s'étendant de la jonction à la conduite de ceinture jusqu'au réservoir de Bessinges, sauf aux passages à travers l'appareil compensateur des Eaux-Vives et aux vannes intermédiaires placées à Cologny, lesquelles ont 0m400 de diamètre.

Profil en long

	Altitude de l'axe de la conduite
A la Jonction avec la conduite de ceinture.	PN — 0,14
Au bas de la rampe de Cologny	PN — 0,44
A la première vanne intermédiaire	PN + 62,36
A la seconde vanne intermédiaire.	PN + 81,26
Au robinet d'air, près de Bessinges	PN + 114,66
A l'entrée de la tourelle	PN + 113,76

Genre de tuyaux

Les tuyaux sont en fonte, de trois catégories, haute, moyenne et basse pression. Les joints sont à emboîtement du type ordinaire avec bourrelets coulés en plomb et matés.

Le tableau suivant indique la longueur de chacune des catégories de tuyaux, l'altitude à laquelle ils sont placés, et la pression statique qu'ils supportent.

	PRESSION		
	HAUTE	MOYENNE	BASSE
	mètres	mètres	mètres
Commencement, cote cumulée	0	2340	2873
Fin »	2340	2873	3981,50
Longueur	2340	533	1108,50
Altitude du commencement	PN — 0.14	PN + 46,86	PN + 75,36
» de la fin	PN + 46.86	PN + 75,36	PN + 113,76
Minimum de pression statique	69,14	40,64	2,24
Maximum »	127,47	80,45	51,97

Soupape de sûreté

Pl. XX a) But. — Afin d'éviter lors d'une rupture quelconque d'une conduite d'eau un débit inutile et quelquefois dangereux, il a été établi une soupape de sûreté.

b) Emplacement. — La soupape est placée dans la tourelle du réservoir (fig. 17) au pied de la colonne montant dans le réservoir en tôle.

Entre la soupape et le réservoir se trouve le clapet destiné à diriger l'arrivée de l'eau à la partie supérieure, et du côté opposé se trouve la vanne d'arrêt.

Pl. XX c) Disposition. — La soupape est de forme creuse (fig. 14) et renvoie l'eau dans la direction opposée. Elle est construite en bronze. Son axe est en acier, et son enveloppe en fonte. Elle est maintenue en place au moyen d'un contrepoids (fig. 12 et 13). Si le débit de l'eau sortant du réservoir devient trop considérable, la soupape, par suite de la pression de l'eau contre sa partie supérieure, soulève le contrepoids et vient s'appliquer contre son siège. La sortie de l'eau du réservoir est alors entièrement arrêtée jusqu'à ce que la différence de pression entre les deux côtés de la soupape soit moins considérable. Il faut donc pour faire retourner la soupape à sa position primitive, introduire de l'eau en dessous, soit au moyen d'un bypass, soit en la refoulant depuis la Ville.

On comprendra que, par l'importance plus ou moins grande du contrepoids, il soit aisé de faire varier le débit à partir duquel la soupape doit se fermer automatiquement.

Pour que la soupape ne puisse prendre lors de l'ouverture ou de la fermeture une vitesse trop grande, une sorte de piston annulaire, venu de fonte avec la soupape, se meut dans un espace annulaire.

Celui-ci étant plein d'eau, il faut, pour que la soupape puisse se fermer, que le piston chasse d'abord cette eau, ce qui prend un temps plus ou moins long selon que l'ajustage du bypass dans l'espace annulaire est plus ou moins hermétique.

Conditions d'équilibre

La soupape est, comme on l'a vu, de forme concave et les filets d'eau sont renvoyés dans la direction opposée à celle de leur arrivée.

Pour établir les conditions d'équilibre, soit :

P, la pression hydraulique exercée par la veine d'eau frappant contre la soupape, en kilos.

S, la section de la veine en mètres carrés.

V, la vitesse des molécules du fluide, en mètres par seconde.

C, la vitesse avec laquelle la surface frappée se meut dans la direction de la veine.

Q, la quantité d'eau en mètres cubes à la seconde, arrivant en contact avec la surface. On a : $Q = (V - C) S$.

$\gamma =$ le poids du mètre cube d'eau $= 1000$ kilogrammes.

$\alpha =$ l'angle de déviation de la veine liquide.

$$P = (1 - \cos\alpha) \frac{V-C}{g} Q\gamma.$$

PC = travail transmis à la surface.

Dans le cas de la soupape concave, on a $\alpha = 180°$

$$\text{d'où} \quad P = 2 \frac{V-C}{g} Q\gamma.$$

et pour $C = o$, $$P = 2 \frac{V}{g} Q\gamma = 2 \frac{V^2}{g} S\gamma = 4SH\gamma.$$

Diamètre du tuyau $D = 0^m50$.

Section $S = 0^{m2}1963$.

La vitesse admise dans le tuyau étant $V = 3^m$, la hauteur correspondante de $H = 0^m46$, par la formule $H = \frac{V^2}{2g}$

$$P = 4SH\gamma = 4 \times 0,1963 \times 0,46 \times 1000 = 361 \text{ kg}.$$

Le débit par heure avec 3^m de vitesse serait de 2120^{m3}. La section moyenne du réservoir étant de 1953^{m2}, le débit maximum correspondrait à une baisse du réservoir de : $\frac{2120}{1953} = 1^m08$ à l'heure

Lors de la fermeture de la soupape qui s'est produite le 23 novembre 1888, l'enregistreur accusait une baisse de 0^m66 à l'heure.

La limite de baisse autorisée est 0^m40 à l'heure. Quand cette limite est atteinte, les mesures doivent être prises immédiatement pour accélérer la marche des pompes ou diminuer la consommation du réseau à haute pression.

Vannes d'arrêt.

Les vannes d'arrêt sont réparties comme suit :

1° Une vanne de 600 millimètres au raccordement avec la canalisation de ceinture.

2° Une vanne de 400 millimètres au droit du régulateur compensateur.

3° Une vanne de 400 millimètres au bas du village de Cologny.

4° Une vanne de 400 millimètres au-dessus du village de Cologny.

5° Une vanne de 500 millimètres dans la tourelle du réservoir.

Les vannes principales ont été fournies par la maison Louis de Roll, à Clus, près Soleure.

Robinet de décharge.

Une vanne de 300 millimètres est installée au bas de la rampe de Cologny et permet d'évacuer l'eau de la conduite.

Robinets d'air.

Des robinets d'air ont été placés aux endroits suivants :

1° A 4m,50 du regard vers le Jardin Anglais.

2° Au quai des Eaux-Vives, entre la rue des pierres du Niton et la rue du Lac.

3° Au bas de la rampe de Cologny.

4° Près du réservoir de Bessinges.

En outre des bouches à eau ont été établies :

1° Près de la campagne Favre, à Plongeon.

2° Au bas de la rampe de Cologny.

3° Au bas du village de Cologny.

4° Au haut du village de Cologny.

Exécution des travaux.

La Ville a acheté les tuyaux et en a confié la pose à un entrepreneur. Plusieurs tuyaux ont sauté lors des essais ; mais depuis la mise en service du réservoir, une seule rupture s'est produite. Cet accident est attribué à une prise de bouche d'arrosage dont le collier de serrage a amené des tensions inégales dans la fonte.

Coût des travaux.

Les dépenses se répartissent comme suit :

3,132 m. de tuyaux L. de Roll à fr. 38 de 600mm	Fr. 119,016 —	
1,000 » » Pont-à-Mousson à fr. 31 de 600mm	» 31,000 —	
Pièces spéciales et transports	» 3,654 —	
		Fr. 153,670 —
Prix de pose payé à l'entrepreneur.		» 57,070 —
Dépenses pour travaux exécutés directement par la Ville (y compris le régulateur-compensateur)		» 62,694 60
Soupape de sûreté		» 1,400 —
Total.		Fr. 274,824 60

Fonctionnement.

Le débit de la conduite est à certains moments de la journée de $0^m,40 \times 1,953 = 776^{m^3},2$ à l'heure soit à la seconde $\frac{776,2}{3,600} = 0^{m^3},216$ représentant pour un diamètre de 600 millimètres une vitesse par seconde de $\frac{0,216}{0,283} = 0^m,76$. La vitesse lors de la fermeture de la soupape arrive à 3,00 pour la partie où la conduite n'a que 500 millimètres de diamètre, soit $2^m,08$ pour un diamètre de 600 millimètres.

Régulateur-compensateur de pression

Conditions générales.

La conduite reliant le réservoir urbain au réservoir de Bessinges a $3981^m,50$ de longueur; il s'y produit par conséquent une perte de charge fort sensible amenant des différences de pression assez importantes selon que l'eau va au réservoir ou qu'elle en revient.

La différence de pression n'aurait peut-être pas eu d'inconvénient sérieux avec une livraison d'eau faite complètement au compteur, mais la majeure partie des moteurs ayant leur consommation d'eau réglée à la jauge, il en serait résulté des variations de force dépassant 20 °/₀ sur l'arbre des turbines secondaires, variations qui auraient empêché le développement de ce dernier système de mesurage.

Pour atténuer et même faire disparaître pour ainsi dire complètement ces différences de pression, M. Turrettini imagina d'appliquer une pompe centrifuge au relèvement de la pression quand l'eau vient du réservoir.

Cette pompe est actionnée par une turbine, réglée elle-même de telle façon que l'influence de l'installation sur la pression soit en rapport avec la perte de charge.

Situation.

Afin que le réseau urbain fût soumis à l'influence de cette pompe centrifuge, l'appareil a été placé entre le réservoir et la première bifurcation de la conduite. Pl. I

Une maisonnette a été construite à cette intention sur le quai des Eaux-Vives.

Disposition du tuyautage.

La figure 17 représente à droite la conduite maitresse dont les extrémités sont reliées d'une part avec la conduite de ceinture et d'autre part avec le réservoir. Pl. XVII

Une vanne de 400 millimètres sert à interrompre la communication directe par la conduite principale et force l'eau montante ou descendante de passer par la pompe centrifuge.

Un peu en amont de la vanne spécifiée ci-dessus se trouve la prise pour l'eau motrice de la turbine; celle-ci est donc actionnée par de l'eau ayant la pression directe du réservoir de Bessinges.

Un canal d'évacuation a été construit pour conduire dans le collecteur de la rive gauche l'eau sortant de la turbine.

Pompe centrifuge.

Pl. XVII et XVIII

La pompe centrifuge a été construite pour recevoir 18^{m^3} d'eau à la minute, sous une pression de 120 mètres, et refouler ce même volume sous 130 mètres de charge.

Les coquilles de la pompe sont en fonte et ont été construites pour 200 mètres de pression.

Les presse-étoupes ne supportent ni le poids de l'arbre, ni l'effort latéral, mais sont destinés uniquement à l'étanchéité.

Des paliers latéraux, munis de larges coussinets, supportent le poids et la poussée latérale.

Le rendement garanti par les constructeurs pour 10 mètres de relèvement et 18^{m^3} d'eau par minute est de 40 %.

Turbine.

La turbine peut fournir à 115 m. de pression une force de 120 chevaux. Le rendement garanti dans les conditions ci-dessus est de 70 %.

La turbine est à axe horizontal et à admission tangentielle.

Un manchon de déviation est placé entre la turbine et la pompe et sert à transmettre le mouvement de l'une à l'autre, tout en permettant l'indépendance des deux arbres au point de vue de l'alignement.

Régularisation de la pression.

Pour maintenir la pression en ville aussi régulière que possible, il faut qu'au moment où la pression du fait de la perte de charge baisse, la turbine fournisse un travail plus considérable, permettant de refouler une quantité d'eau plus grande. Il faut donc agir sur le distributeur de la turbine.

Ce réglage s'obtient comme suit :

Pl. XVIII
Fig. 10, 11 et 12

Un piston en bronze se mouvant à frottement juste (fig. 12) dans un cylindre de même métal reçoit sur sa face inférieure la pression de l'eau refoulée.

Il est chargé d'un poids et surmonté d'un ressort, de telle façon que de faibles variations de pression amènent le déplacement du piston.

Ces déplacements sont transmis à un servo-moteur commandant la distri-

bution d'eau agissant sur le piston qui actionne le vannage de la turbine.

Afin d'obtenir le réglage le plus facile possible, l'eau du servo-moteur est filtrée, et la portion se rendant au piston régulateur passe à travers une série d'agates afin de diminuer la rapidité des oscillations.

Fonctionnement.

Le résultat obtenu par le système relaté ci-dessus est représenté par la figure 17. Pl. XVIII

L'amplitude de la variation du niveau de l'eau dans le réservoir change d'un jour à l'autre selon les besoins du service. Plus la prise d'eau au réservoir sera considérable, plus la perte de charge se fera sentir et plus l'influence de la pompe centrifuge aura d'importance.

Pendant le remplissage du réservoir, la pression en ville étant suffisante par suite de l'augmentation résultant de la perte de charge et du fait que l'eau doit atteindre le trop-plein supérieur pour pouvoir s'écouler dans le réservoir, l'appareil ne fonctionne pas.

Aux heures où le réservoir doit commencer à baisser, l'appareil est mis en marche. Il n'exige, en fait de surveillance habituelle, que celle de l'ouvrier chargé de sa mise en marche vers 6 à 7 heures du matin et 1 à 1 heure et demi du soir, et de son arrêt à midi et vers 6 à 8 heures du soir suivant les saisons.

En temps habituel l'eau montant au réservoir passe à travers la pompe et celle-ci, faisant moteur, entraîne avec elle la turbine. Ces deux appareils tournent alors en sens contraire du mouvement de la journée.

Travail perdu.

Voici les données qui ont servi à l'étude de ces appareils :

Il avait été supposé que l'eau arriverait à la pompe avec une pression de 118 mètres et en sortirait à 128 mètres. Le tuyau débitant 23,450 litres à la minute, sous une pression de 118 mètres, sur lesquels 5450 servent à actionner la turbine, il reste 18,000 litres qui sortent de la pompe avec une pression de 128 mètres.

Le travail contenu dans l'eau arrivant à l'usine est de 23,450 k $\times$ 118 = 2,767,100 kilogrammètres. Le travail contenu dans l'eau sortant de la pompe est de 18,000 k $\times$ 128 = 2,304,000 kilogrammètres.

La perte de travail est donc de 463,100 kilogrammètres; la perte relative $\frac{463,100}{2,767,100}$ est moindre de 17 %. Mais elle est, elle-même, compensée par l'augmentation de travail des turbines primaires, au bâtiment des turbines, car celles-ci doivent élever l'eau à une pression de 10 à 15^{m} plus haut que ce ne serait le cas sans le régulateur-compensateur.

Exécution des travaux.

La maison Weibel, Briquet et Co (M. Piccard, ingénieur), a été chargée de l'étude et de l'exécution de cette installation qui a donné un résultat absolument satisfaisant.

Coût des travaux.

Bâtiment	Fr.	3,820
Conduite sous pression	»	1,520
Pompe, turbine et mécanisme de réglage . .	»	16,500
3 vannes (1 de 300mm, 2 de 350mm)	»	2,000
Canal d'évacuation de l'eau de la turbine . .	»	1,160
Chauffage	»	135
Divers	»	505
Total	Fr.	25,640

CHAPITRE XXI

Les résultats des recherches archéologiques

Les recherches archéologiques dans le lit du Rhône ont été exécutées sous la direction de M. le Dr H. Gosse, conservateur du Musée archéologique.

Les travaux faits dans le fleuve mis à sec à propos de l'utilisation des forces motrices avaient donné à quelques personnes des espérances complètement chimériques sur l'importance des découvertes archéologiques qui pourraient être faites. Cependant un peu de réflexion aurait dû leur montrer que le nombre des objets qui pourraient être trouvés devait être très restreint. En effet, il ne s'agissait pas de creuser le lit du Rhône, mais simplement de le régulariser; par conséquent on ne pouvait pas faire des recherches dans les points les plus profonds du fleuve, où avaient dû précisément glisser les objets qui y étaient tombés; en second lieu, dans les temps anciens, au moment par exemple de l'incendie des ponts du Rhône, les eaux d'hiver étaient assez basses et l'on avait certainement fait des recherches dans les années qui ont suivi le désastre pour rechercher les objets de valeur qui avaient disparu ; ces investigations avaient été singulièrement facilitées par la limpidité des eaux à ce moment de l'année.

Si l'on ajoute à ces deux raisons, soit la réserve qu'il a fallu mettre dans les recherches pour ne pas entraver les travaux, soit la disparition presque inévitable d'un certain nombre de pièces dissimulées par les ouvriers qui sont allés les vendre à des tiers, croyant en obtenir un prix supérieur à celui qui leur était payé par la Ville (outre la valeur réelle, il leur était alloué une gratification), on sera vraiment surpris en bien en examinant le nombre des pièces qui sont venues enrichir le Musée archéologique.

Les travaux ont porté d'abord sur le bras gauche, et c'est là entre la pointe de l'Ile et le Quai de la. Poste, que l'on a retrouvé des pilotis se rapportant aux palafites de l'âge de la pierre. Une hache perforée en diorite, de A 6895
la période de transition, a été seule trouvée dans ce point sur lequel l'on fondait quelques espérances, basées sur les deux objets trouvés un peu en dessous du pont de la Coulouvrenière, un ciseau en Saussurite et un pointe de flèche A 4779
en améthiste. A 5684

Age du bronze.

En mars 1879, le Musée avait acquis une lame d'épée trouvée vis-à-vis de la tour B 2338
de l'Ile; elle était munie d'une soie représentant un renflement à son extrémité, montrant ainsi que la poignée était formée de deux valves fixées ensemble par

des rivets qui ne pénétraient pas dans la lame elle-même — Non loin de là
B 5082 B 5083 ont été trouvées trois haches à douille et une faucille. C'est également de ce
B 5084 point que provient une pointe de lance donnée au Musée industriel et qui a été
B 5086 B 5328 remise plus tard à la Ville.

Au-dessous du pont de la Coulouvrenière a été recueillie une belle pointe
B 5231 de lance, mais c'est dans le draguage du lit du Rhône en aval du bâtiment des
turbines qu'ont été retrouvés les plus beau spécimens de l'époque du bronze
entre les profils 64 et 83, et surtout aux profils 76, 77, 78, 79 et 83 — C.

Ce sont quatre lames d'épées. Deux d'entre elles se rapportent au type
dans lequel la lame n'était fixée à la poignée que par une espèce de renflement
B 5426 assez court. L'une d'elle, entière, mesure 0^m61 de longueur et a pour caractéristique
de ne présenter qu'une largeur maximum de 0^m021. C'était donc une épée remarquablement étroite pour cette époque.

B 5190 L'autre, qui est fracturée à une certaine distance de son extrémité, mesure
encore 0^m56, mais on peut très bien déterminer qu'elle devait avoir, lorsqu'elle
était entière, au moins 0^m30 de plus. Elle a une largueur maximum de 0^m061.

B 5336 Les deux autres épées entières se rapportent au type déterminé par un
B 5335 élargissement de la lame près de la garde, ainsi que de la soie qui, aplatie, présente
un certain nombre de trous destinés à recevoir les rivets qui fixaient les deux
morceaux de la poignée en corne ou en bois. Elles présentent une longueur de
0^m55 et offrent un renflement très prononcé de la largeur de la lame à 0^m20 de
B 5188 l'extrémité. D'autres épées ont été cassées par la drague et l'on a pu en
B 5452 avoir trois fragments se rapportant à deux armes différentes.

Trois extrémités de lances appartenant à deux types différents, l'une très-
B 5337 allongée (0^m25) avec un fort renflement à la partie médiane ; l'autre un peu plus
B 5187 courte (0^m20) présentant une forme lancéolée et plus aplatie; la troisième, beau-
B 5339 coup moins longue (0^m17), offrant un type plus trapu, les ailettes sont beaucoup
plus étroites, de telle sorte qu'au lieu de présenter une largeur de 0^m045
comme le N° B. 5,337, elle ne présente plus qu'une largeur de 0^m03 et l'on peut
se demander si ce n'est pas une extrémité de javelot.

B 5338 Une splendide lame de poignard, longue de 0^m23, présentant encore les rivets
qui la fixaient à la poignée, vient compléter la série des armes trouvées à peu
de distance les unes des autres. L'on peut se demander si leur réunion ne
doit pas coïncider à une tentative de passage du fleuve, car, à cette époque,
l'Arve venant se jeter dans le Rhône à la hauteur du creux de St-Jean et le
lit du Rhône présentant dans cette partie un élargissement très notable (Plainpalus) la profondeur ne devait pas être considérable.

B 5191 A l'époque du bronze, appartiennent encore : Une faucille à courbure très
surbaissée.

B 5427 Une belle épingle à tête ronde.

B 5341 Un bracelet dont les extrémités sont amincies au lieu de présenter le
renflement ordinaire.

B 5340 Trois haches, dont deux se rapportant au type des haches spatules
B 5451 B 5192 rares dans les environs immédiats, et la troisième présentant de petits ailerons

et un talon très prolongé doivent être signalées dans les trouvailles faites en amont de la Jonction.

Enfin, pour être complet, il y a lieu de mentionner cinq cent quatre-vingt-dix-huit anneaux en bronze trouvés dans le bras gauche et vingt dans le bras droit près des ponts de l'Ile, mais quoique la majorité d'entre eux présentent une analogie extrême avec ceux des palafittes, leur dimension générale est uniformément plus grande que celle des anneaux des anciennes stations lacustres, la couleur du bronze de quelques-uns doit éveiller des doutes, et soulever quelques objections qui devront être tranchées par des analyses. B 5150 B 5151

Age du fer.

Un moule en molasse ayant dû servir à fondre des objets sphériques et aplatis, dont on ne connait pas l'usage, appartient-t-il à cet âge ou est-il plus ancien, la première hypothèse parait plus plausible par le fait qu'il a été trouvé dans le bras gauche sous les ponts de l'Ile à deux mètres d'une masse de bronze pesant plus de trois kilogrammes, et formée par un nombre considérable d'objets soudés les uns aux autres par l'action du temps. B 5145

Les objets ont été détachés les uns des autres, en brisant peu à peu au marteau d'horloger les sels de cuivre qui les réunissaient, et l'on a pu ainsi en classer cent cinquante-quatre, peut-être même dans un examen plus approfondi B 5087 à 5141
de petits fragments pourra-t-on augmenter ce chiffre. Sauf six, ils étaient tous B 5318
fragmentés ou déformés ; on se trouve donc en présence d'une de ces réunions d'objets que l'on a désignées quand elles ont été trouvées sur terre ferme, sous le nom de cachette de fondeur.

Les objets entiers sont cinq bracelets, dont quatre ouverts, rappelant par B 5085
leur épaisseur et leur ornementation, des formes anciennes, et une lame d'épée B 5091-5094
très courte ($0^{m}35$) et dont le renflement de la lame ($0^{m}041$) ne se trouve qu'à $0^{m}06$ de la pointe.

Les objets fragmentés se rapportent à des épées, des haches, des bracelets, des faucilles, des anneaux, des pointes de lances, des chainettes, un torques, une grosse épingle, un ciseau, un couteau, une chaine avec deux pendeloques, un cyste dont les parois ont été aplaties au marteau, et un certain nombre d'intruments indéterminés.

Indubitablement ces objets appartiennent pour la plupart à l'âge du bronze et ils n'auraient pas été rattachés à l'âge du fer, si, parmi eux, l'on n'avait trouvé une monnaie gauloise en bronze se rapportant aux Sequanais.

Quoique trouvés ensemble, ces fragments peuvent donc appartenir à des époques très différentes les unes des autres, et ce fait, au point de vue archéologique, ne laisse pas que d'avoir sa grande importance, surtout vis-à-vis des classifications proposées par quelques auteurs et basées sur des cachettes de fondeurs.

Epoque romaine.

C 1093 Dans le bras gauche du Rhône, au-dessous des pont de l'Ile, ont été
C 1094 trouvés : un stylet, une bague présentant une inscription qui n'a pu être encore
C 1096 déchiffrée, un couvercle de vase, une extrémité de tuyau coudé et un manche
C 1092 d'instrument orné d'une figure de femme. Tous ces objets sont en bronze, et
C 1091 sauf le dernier n'offrent pas un bien grand intérêt, les recherches auraient été ainsi bien peu productives pour cette époque, si l'on n'avait pas découvert :

C 1095 1° Une tête de statue en marbre blanc environ un tiers plus grand que nature, se rapportant ou à Cybèle ou à Junon. Elle a appartenu à une statue placée dans une niche, par la manière dont a été traitée la partie postérieure, et doit certainement être classée dans une période de décadence. Elle est néanmoins intéressante, vu la rareté des pièces de cette nature recueillies jusqu'ici à Genève.

2° Un autel romain dédié à Neptune, portant l'inscription suivante :

DEO NEPTVN
C. VITALINIVS
VICTORINVS
MILES
LEG. XXII
ACVRIS
V. S. L. M.

Les caractères de cette inscription quoique rappelant par leur beauté une bonne époque, ne paraissent pas cependant antérieurs à la fin du II[e] ou du III[e] siècle.

3° Un fragment d'architecture (frise).

4° Un autel anépigraphe, ou dont l'inscription n'est plus visible, grâce à la détérioration de la pierre (calcaire très tendre).

5° Un fragment de stèle avec figure humaine très fruste. C'est le seul objet romain trouvé hors du bras gauche. Il était placé dans le mur du quai du Seujet, immédiatement à l'aval du pont de l'Ile, et a dû y être transporté à une époque certainement récente.

Du IV[e] au X[e] siècle.

E 276 Cette période n'a fourni que deux pièces : une bague en plomb avec monogramme. Ce sigle composé de L E entourant un C et un I n'a pas encore pu être déchiffré.

E 277 Une boucle d'oreille en or avec chaton orné de filigranes et de quatre plaquettes quadrandulaires de verre rouge. C'est un splendide spécimen des bijoux mérovingiens.

Moyen-âge, renaissance et temps modernes.

Un contraste bien frappant signale les découvertes dans les deux bras du Rhône pour cette période : si, d'un côté, le bras gauche nous fournit presque uniquement des objets se rapportant à la poterie d'étain, comme l'on pouvait

s'y attendre, par le fait de l'incendie des ponts du Rhône en 1670, d'un autre côté
presque tous les spécimens de céramiques et d'instruments en fer ont été
trouvés dans le bras droit.

CÉRAMIQUE. — A part un plat en faïence qui peut appartenir au XVII[e] siècle, G 773
dont tous les fragments pour le reconstituer ont été retrouvés, toutes les autres
pièces sont des catelles de fourneaux appartenant à toutes les époques.

Celles du moyen âge présentent une ornementation modelée avec une
grande vigueur, avec des émaux monochrômes verts ou noirs.

Parmi les représentations figurées, à part les feuilles d'acanthes et les motifs F 273 F 242
d'architecture gothique, il faut signaler les anges portant des phylactères ou F 257
supportant des écussons, puis des animaux fantastiques, griffons ailés à bec F 246 F 249 F 248 261 247
d'oiseaux ou héraldiques, lions, aigle impérial à vol abaissé, deux ours affrontés, F 251
des représentations humaines, parmi lesquelles nous citerons celles d'Adam, F 255 266
et d'Eve, mais sous une forme qui rappelle le Wildmann allemand, un chevalier
armé la lance en arrêt, quelques armoiries enfin qui n'ont pu être déterminées, F 245 F 278
sauf un écusson de Savoie surmonté du chapeau de cardinal. F 27 F 288

A la Renaissance doivent être attribuées quelques catelles de provenance
suisse, représentant par exemple les armes de Fribourg, d'autres enfin sont G 743
d'origines bien plus récentes et sortent sans aucun doute des fabriques de nos
environs, telles que Nyon.

Les objets en fer ont été retrouvés en assez grande quantité, mais la
grande majorité étaient presque détruits par l'oxydation.

On a pu néanmoins recomposer une série de haches, qui donne
assez bien les modifications apportées dans la forme de cet instrument depuis F 213-216 G 718-720 N 673
le XV[e] jusqu'au XVIII[e] siècle, et une série d'outils utilisés par différents métiers, N 676-677 N 793-796 G 721 N 798-800
tels que : tailleurs de pierres, charpentiers, fondeurs. N 809 803 805

POTERIE D'ÉTAIN ET DE PLOMB. — Les objets de cette nature recueillis se sont
élevés à soixante-six; parmi les plus intéressants il faut signaler de beaux
médaillons, l'un signé HB représentant Diane et Actéon, l'autre la mort d'Endy- G 636 G 642
mion, une coupe de baptême avec représentation du Baptême du Christ, G 704
signée C. L., une série de pièces de vaisselle, dont quelques-unes portent les G 703 G 701
marques de : P. Conte (XV[e] siècle). Estienne Charton, 1557. Jean Grec — Pierre G 677 G 678
Royaume, 1642. Gabriel Charton, 1609. Jean Charton, 1676. G 676

Une série intéressante montrant les transformations successives dans les
formes des cuillers du XV[e] au XVIII[e] siècle a été reconstituée. Quelques-unes G 613 G 705
d'entre elles, dont le manche est orné d'un buste de femme, sont de vrais bijoux
de la Renaissance, un certain nombre de jouets d'enfants se rapportent certai-
nement aux Charton et à P. Royaume.

Enfin, trois pièces qui proviennent certainement des magasins des orfèvres
brûlés en 1670 méritent d'être signalées, ainsi qu'une bague en or, émaillée G 679 G 670
Henri II, une plaque de mule en cuivre repoussé aux armoiries de Savoie et G 668
une superbe coupe en cuivre émaillé, cette pièce est malheureusement dans un
état de détérioration d'autant plus regrettable, que, dans les parties qui sont
conservées, l'on peut constater un bel émail limousin.

CHAPITRE XXII

Explication des vues contenues dans l'Atlas

Planches XXIV à XXXIX

BATIMENT DES TURBINES

Projet du batiment terminé

Pl. XXIV Cette planche représente le bâtiment des turbines complètement achevé.

La façade définitive projetée à l'extrémité du bâtiment du côté du pont de la Coulouvrenière est semblable à celle qui existe maintenant à l'autre extrémité du bâtiment, sur la place des Volontaires.

La vue est supposée prise du pont de la Coulouvrenière. Actuellement les fondations sont complètement achevées et la maçonnerie en élévation est terminée jusqu'à la douzième chambre. Voir planche XXXVIII.

MISE A SEC ET APPROFONDISSEMENT DU BRAS GAUCHE

Première campagne. — État des travaux en mars 1884.

Pl. XXV Vue prise de la passerelle de la Machine, représentant la partie amont du bras mis à sec. Sur la gauche se trouve le quai Besançon-Hugues, qui a été démoli et remplacé par le collecteur section D avec mur de quai (voir fig. 12 et 16 de la planche XXI).

Sur le sol se trouve la conduite amenant les eaux du Port à la Machine hydraulique à vapeur. Cette conduite est en tôle, son diamètre intérieur est de $0^{m},65$, les joints sont sphériques afin de permettre une déviation correspondant aux sinuosités du terrain ou aux variations d'alignement de l'axe du Rhône.

Sur la droite, la planche laisse voir les immeubles actuellement démolis par suite de l'exécution du plan de régularisation du lac Léman. Le dernier bâtiment, côté amont, représente la partie sur terre ferme de la première machine hydraulique, construite en 1708 et hors de service depuis 1843. La partie qui avançait sur le Rhône était déjà démolie au moment où la vue a été prise.

MISE A SEC ET APPROFONDISSEMENT DU BRAS GAUCHE

Première campagne. — État des travaux en avril 1884.

Vue prise des ponts de l'Ile, représentant la partie moyenne du bras gauche. Pl. XXVI

A gauche se trouvent les bâtiments du Crédit Lyonnais, de l'hôtel de la Poste, de l'Ecole secondaire, de la Poste, etc.

Le trottoir sur colonnes en fontes et le mur de quai en amont de la passerelle ont été démolis pour faire place au collecteur de la rive gauche. Les deux quais sont reliés par la passerelle de la Halle.

Le toit en planches appuyé sur le quai de droite abrite un groupe de pompes mues par des turbines et servant à l'épuisement du bras gauche.

Sur la droite, on aperçoit l'approvisionnement de pierres de Meillerie destinées à la construction du mur de quai du bras gauche.

Au centre, la conduite d'amenée des eaux du Port, la voie Decauville servant à l'exécution des travaux et dans le fond la machine hydraulique à vapeur.

MISE A SEC ET APPROFONDISSEMENT DU BRAS GAUCHE

Première campagne — État des travaux en mars 1884.

Vue prise de la maison située à l'angle du quai de la Poste et du boulevard de Plainpalais, représentant la partie aval du bras gauche. Pl. XXVI bis

A gauche se trouvent le quai du Seujet, le bras droit, le batardeau en aval de la halle de l'Ile et la halle de l'Ile.

Au centre, la conduite d'amenée des eaux aux pompes à vapeur; au travers du bras gauche, la conduite provisoire des eaux de l'égout, aboutissant près de la Poste. Afin de n'avoir pas à en faire, pendant la durée des travaux du bras gauche, l'épuisement, cet important égout avait été capté au moyen d'une conduite en bois, formée de feuilles de sapin de 18 millimètres d'épaisseur et de 4 mètres de longueur. La section de cette conduite était carrée, des cadres également en sapin permettaient à la conduite de supporter une certaine pression. Les extrémités de chaque longueur étaient réunies par des cadres en sapin assemblés au moyen de boulons. Cette conduite traversait le batardeau situé en aval de la halle.

A droite, se trouve le quai de la Poste. Les travaux du collecteur sont commencés et ont nécessité dans cet emplacement une tranchée allant jusqu'à dix mètres de profondeur. La vue montre également les étais de la fouille. Le toit provisoire que l'on aperçoit est celui du hangar abritant les appareils pour la fabrication du mortier et du béton. Un élévateur avait également été installé à cet endroit pour permettre d'élever les matériaux en excédent dans le bras gauche.

TRAVAUX PRÉPARATOIRES POUR LA FONDATION DU BATIMENT DES TURBINES

Établissement des batardeaux de la deuxième campagne.—État des travaux le 13 avril 1885

Pl XXVII Vue prise de la rive droite du Rhône près des anciennes roues David amont, représentant l'établissement des batardeaux de la deuxième campagne entre le pont de la Coulouvrenière et la petite place des Volontaires.

Le débit du Rhône est excessivement faible, car, le 13 avril 1885, le barrage du bras droit avait été fermé pour faciliter les travaux.

Les têtes de pieux représentés sur la gauche appartiennent à la digue St-Jean-Coulouvrenière.

A partir du pont de la Coulouvrenière, du côté aval, se trouve la digue séparative, construite pendant l'hiver 1884-1885. De l'extrémité aval de la digue, le batardeau se dirige en biais, puis ensuite parallèlement au cours du Rhône pour servir d'enceinte aux travaux de fondation du bâtiment des turbines.

Vers la droite, se trouve le bateau servant de toueur pour le remorquage des bateaux destinés au transport des déblais. Derrière, se trouve la petite drague et à côté, un peu à l'amont, la sonnette à vapeur.

Au centre du bras gauche, se trouvent les derniers vestiges de l'Ile des bains de la Coulouvrenière. Une passerelle provisoire la reliait aux batardeaux et servait à l'amenée des terres nécessaires à leur remplissage.

Plus à l'amont, on aperçoit la passerelle provisoire qui, reliant le quai de la Poste à la digue séparative, avait servi à l'approche du béton. Ce dernier était fabriqué dans l'installation représentée au quai de la Poste, près de la fouille du collecteur de la Rive gauche.

FOUILLES POUR LES FONDATIONS DU BATIMENT DES TURBINES

Épuisement a 7m au-dessous du niveau du Rhône. — État des travaux le 2 septembre 1885

Pl XXVIII Le premier plan représente l'extrémité du canal d'amenée, tandis que la partie recouverte par l'eau correspond au canal de fuite actuel.

Sur le batardeau large de 4 mètres se trouvent les locomobiles actionnant cinq pompes centrifuges établies pour les épuisements de la fouille.

CONSTRUCTION DU BATIMENT DES TURBINES

Deuxième campagne. — État des travaux le 17 février 1886

Pl. XXIX Cette vue est prise du nouveau mur de quai du bras gauche.

Toutes les fermes de la toiture du bâtiment de la première période sont

en place. On aperçoit encore les deux chèvres qui ont servi au levage de la dernière ferme.

Sur la droite on remarque les fers à U verticaux servant de glissières pour les vannes d'introduction de l'eau aux chambres des turbines de la deuxième période.

BATIMENT DES TURBINES

Mise a sec du bras gauche du Rhône et construction du batiment

Deuxième campagne.—État des travaux en mars 1886.

Vue prise depuis les maisons du quai de la Poste. Sur la gauche, on voit le quai de la Poste. La construction de l'égout collecteur de la rive gauche est terminée, mais le quai n'est pas encore complètement rétabli. Pl. XXX

Au centre de la vue, le bâtiment des turbines Ire et IIme périodes. Au milieu du bras gauche la petite drague laissée à disposition pour l'enlèvement du batardeau n° 2 (Pl. II) situé en amont du pont de la Coulouvrenière, aussitôt l'eau rentrée dans son lit.

Un canal en bois formé de deux planches clouées d'équerre et supporté par des perches en croix servait à l'évacuation de l'eau de condensation de l'usine hydraulique à vapeur du quai de la Poste.

SALLE DES POMPES DU BATIMENT DES TURBINES

Année 1887

Cette vue prise depuis l'angle sud-ouest du bâtiment des turbines, première période, représente la salle des pompes. Le sixième groupe, commandé en 1886 par suite de l'augmentation de la consommation, est déjà en place. Pl. XXXI

BRAS DROIT DU RHONE

Ancien barrage a poutrelles horizontales 1840-1887.

Vue prise du quai des Bergues, représentant l'ancien barrage entre le quai des Bergues et la Machine hydraulique. Pl. XXXII

L'ancien barrage était à poutrelles horizontales, une passerelle servait pour la manœuvre et était en même temps utilisée pour les piétons.

La passerelle était en bois. Les palées, avec pieux moisés, supportaient un chevalet en chêne. Sur les chapeaux des chevalets reposait l'extrémité des longrines cintrées servant de support à la couverture en zorès, béton et asphalte.

MISE A SEC DU BRAS DROIT DU RHONE — TROISIÈME CAMPAGNE

Partie amont. — Etat des travaux le 1er mars 1887.

Pl. XXXIII Vue prise du pont de l'Ile. Sur la gauche, se trouvent l'ancien barrage et le batardeau situé en amont; sur la droite, la Machine hydraulique.

Celle-ci se compose d'un corps central construit en 1840 et contenant les deux roues Cordier, et de deux annexes, renfermant, du côté du bras gauche, la turbine Callon, à axe vertical, et du côté du bras droit, la turbine Roy, dont l'axe était horizontal et dont on aperçoit la partie aval.

MISE A SEC ET APPROFONDISSEMENT DU BRAS DROIT DU RHONE TROISIÈME CAMPAGNE

Partie aval — Etat des travaux le 1er mars 1887.

Pl. XXXIV Vue prise du quai du Seujet et représentant la fouille du bras droit jusqu'au pont de la Coulouvrenière où se trouve le batardeau limitant l'espace épuisé. Derrière le batardeau, les bains du Rhône. Au centre de la vue, une partie des pieux formant la digue des anciens Moulins David, au quai du Seujet.

Vers la gauche, on aperçoit les vannes de décharge et, vers la tête de la digue séparative, une construction en planches, qui abrite la pompe destinée aux épuisements.

MISE A SEC ET APPROFONDISSEMENT DU BRAS DROIT DU RHONE TROISIÈME CAMPAGNE

Vue du batardeau et des vannes de décharge — État des travaux en mars et avril 1887.

Pl. XXXV La première vue, prise du pont de la Coulouvrenière, représente le batardeau interrompant la communication des deux bras du Rhône au droit des vannes de décharge. La construction en planches, figurée à droite, abrite une pompe centrifuge, mue par une turbine et mentionnée déjà à la planche XXXIV.

La seconde vue, prise du bras droit, représente les fermettes des vannes de décharge, le tuyau d'aspiration pour les épuisements et la voie Decauville pour la sortie des déblais.

CONSTRUCTION DU BARRAGE A RIDEAUX (Syst. CAMÉRÉ) TROISIÈME CAMPAGNE

Vues d'amont et d'aval — État des travaux le 10 juin 1887.

Pl. XXXVI La première vue, prise du batardeau situé à l'amont du barrage, représente les élindes du barrage à rideaux au moment où elles sont dressées. Les rideaux

ne sont pas encore en place. Sur la droite, on remarque les appuis du batardeau n° 8 (Pl. II, fig. 4) construit à simple file de palplanches.

La seconde vue, prise en aval du barrage, représente l'ouvrage dans le même état d'avancement que dans la vue précédente.

BRAS DROIT DU RHONE — BARRAGE A RIDEAUX (Syst. CAMÉRÉ)

État de l'ouverture des barrages le 24 mai 1889.

Vue prise du quai des Bergues, représente le barrage à rideaux actuel en fonctionnement, tel qu'il est détaillé dans les planches III et IV. Toutes les élindes sont dressées et quinze rideaux seulement sont relevés. Pl. **XXXVII**

L'ancienne construction est représentée à la planche XXXII.

BATIMENT DES TURBINES

Année 1888.

Vue prise du pont de la Coulouvrenière, représentant le bâtiment tel qu'il est maintenant. Cette vue est le pendant de la planche XXIV qui représente le bâtiment achevé, à l'état de projet. Pl **XXXVIII**

SALLE DES POMPES DU BATIMENT DES TURBINES

Année 1889.

Vue prise de l'angle nord-ouest. représentant l'intérieur du bâtiment, I[re] et II[e] périodes avec huit groupes de pompes installés. Pl. **XXXIX**

CHAPITRE XXIII

Le coût des travaux et les résultats financiers de la Régie co-intéressée

Comparaison des crédits votés et du coût des travaux

Le tableau N° 1 énumère en détail tous les crédits successivement votés pour l'utilisation des forces motrices du Rhône, la régularisation du lac Léman, et la construction des grands égouts collecteurs des deux rives.

L'ensemble de ces crédits s'élève à la somme de Fr. 7,179,000 qui peuvent se subdiviser entre les principaux chapitres suivants :

1° Travaux du Rhône proprement dits, ou travaux exécutés dans le lit même du Rhône	Fr.	4,299,064 —
2° Canalisations de refoulement	»	890,000 —
3° Réservoir de Bessinges et sa canalisation	»	470,000 —
4° Egouts collecteurs	»	1,136,000 —
5° Concession, digues, transformation des machines à vapeur, etc.	»	213,936 —
6° Turbines et pompes Nos 9 et 10, non encore installées	»	170,000 —
Total	Fr.	7,179,000 —

En présence de ce chiffre des crédits, le tableau N° 2, indique le coût des travaux réparti sous trente-cinq rubriques différentes.

Toutefois les travaux du Rhône proprement dits, qui, en dehors des installations mécaniques, ont fait l'objet d'un contrat spécial pour l'exécution en régie co-intéressée avec MM. J. Chappuis et Cie, sont bloqués et font l'objet d'un compte spécial.

Les dépenses sont réparties en deux colonnes : L'une représente les frais faits par l'Administration municipale, en dehors du compte de régie co-intéressée, pour les installations mécaniques et ouvrages métalliques, les frais de surveillance et de contrôle, le réservoir de Bessinges, etc., s'élevant à . . . . . Fr. 3,240,004 —

L'autre colonne donne le montant des situations sur série de prix des travaux de la régie co-intéressée et s'élève à la somme de . . . . . » 4,049,861 —

ce qui porte à . . . . . Fr. 7,289,865 04

le montant récapitulatif des dépenses diverses de l'Administration et des situations de l'entreprise en régie

A reporter . . . . Fr. 7,289,865 04

Report . . . . Fr 7,289,865 04

Pour connaître le coût total des travaux, il y a lieu d'ajouter à cette somme la valeur des travaux en cours d'exécution au 15 janvier 1890, qui forment une colonne spéciale, et dont le total s'élève à . . . . Fr. 375,000 —

Fr. 7,664,865 04

et d'en retrancher le montant des *recettes diverses* faites par l'Administration municipale (y compris sa part de bénéfice sur la régie co-intéressée), dont le total s'élève à . . . . » 586,658 78

ce qui ramène le coût total des travaux exécutés ou en cours, à . . . . . Fr. 7,078,206 26

La différence entre ce chiffre et le montant des crédits donné plus haut laisse un solde disponible de Fr. 100,793 72 que le Conseil municipal a décidé d'appliquer récemment à la construction du quai sur le bras droit du Rhône, dans la partie amont de l'Ile.

Les dernières colonnes du tableau N° 2 indiquent les augmentations et réductions de dépenses sur les crédits

Le montant des réductions de dépenses s'élève à . . . . Fr. 206,873 31
dont Fr. 197,577 66 concernent les travaux du Rhône proprement dits.

Les augmentations de dépenses ascendent à . . . . » 106,079 59
dont Fr. 50,514 40 pour le réservoir de Bessinges seul.

La différence de. . . . . Fr. 100,793 72
représente l'économie réalisée sur les crédits, dont il a été parlé plus haut.

Pour connaître le prix de revient pour la Ville de Genève des travaux proprement dits d'utilisation des forces motrices du Rhône, il y a lieu de déduire du coût total des travaux, soit de la somme de . . . . Fr. 7,078,206 26

1° Les subventions résultant de la convention intercantonale pour la régularisation du lac Léman, s'élevant à . . . . Fr. 1,105,000 —

2° Le coût des égouts collecteurs dont l'intérêt est supporté par le budget général de la Ville . . . . » 1,150,038 89

3° La valeur du pont de la Machine, sans le barrage, vu que la reconstruction du pont s'imposait à cause de sa vétusté » 140,000 — » 2,395,038 89

ce qui porte à . . . . Fr. 4,683,167 37
la somme affectée par la Ville à la création de la force motrice.

Les comptes de la régie co-intéressée

Le tableau N° 3 donne la comparaison entre les *prix de revient* des divers travaux exécutés par l'entreprise en régie et le montant des situations de travaux établies sur la base des séries de prix annexées à la convention, qui sont reproduites plus loin aux annexes IV et V.

La première colonne de ce tableau indique le prix de la main d'œuvre appliquée à chaque nature de travail. La deuxième colonne indique le montant des frais généraux de l'entreprise, répartis entre les divers chapitres sur la base du 15 % de la main d'œuvre, le total des frais généraux s'étant élevé très sensiblement au 25 % du total de la main-d'œuvre.

La troisième colonne indique le coût réparti des fournitures de toute espèce : chaux, ciment,

moellons, graviers et matériaux trouvés dans les fouilles et rachetés à la Ville à un franc le mètre cube, matériel des travaux, locations, etc. Le total de ces dépenses, représentant le débit du compte de régie co-intéressée, s'élève à la somme de Fr. 3,432,827 16.

La cinquième colonne du tableau indique le *montant des situations*, arrêtés contradictoirement comme il sera indiqué plus loin au chiffre de . . . . Fr. 4,043,417 44
auquel il y a lieu d'ajouter les recettes de régie correspondant au bénéfice réalisé sur les travaux exécutés pour des tiers et au prix de vente de matériel et de matériaux . . . . » 167,285 05
ce qui porte le crédit du compte de régie co-intéressée à . . . . Fr. 4,210,702 40

La différence entre le crédit et le débit constitue, d'après la convention du 1er novembre 1883 entre la Ville et MM. J. Chappuis et Cie le bénéfice de l'entreprise qui s'élève à Fr. 777,874 34, réparti par moitié entre la Ville et l'entrepreneur.

La part de la Ville s'est donc élevée à Fr. 388,937 17 représentant le 9 % de la valeur des travaux.

Les séries de prix avaient été établies à l'origine sur la base d'un bénéfice probable de 5 % pour chacun des deux associés. Les résultats prévus ont donc été dépassés dans une proportion assez considérable.

Les deux dernières colonnes indiquent les pertes et les bénéfices répartis par nature de travaux.

Les règlements de comptes

L'art. 13 de la convention du 1er novembre 1883 entre la Ville et MM. J. Chappuis et Ce était ainsi conçu :

« Tous les différends qui pourront surgir entre la Ville de Genève et MM. J. Chappuis et Ce « en qualité de chefs de la régie co-intéressée seront réglés définitivement et sans appel par un « arbitre unique désigné dores et déjà en la personne de M. l'ingénieur Bridel, membre de la « direction du chemin de fer du Jura-Berne-Lucerne. En cas de mort de M. Bridel son remplaçant sera désigné d'un commun accord par les parties. »

Malheureusement M. l'ingénieur Bridel devait mourir peu après la signature de la convention. Le Conseil administratif se mit d'accord avec MM. J. Chappuis et Ce pour le remplacer par trois arbitres désignés d'un commun accord dans la personne de MM. le colonel Dumur et les ingénieurs Meyer et de Stockalper.

Ce fut, par conséquent, à ces trois arbitres qu'a été soumis en 1886 le premier règlement de compte de l'entreprise, règlement de compte comprenant les campagnes de 1884, 1885 et 1886.

Les différences entre les situations présentées par l'entreprise et celles admises par l'administration étaient considérables. Elles portaient principalement sur les travaux de l'égout collecteur rive gauche, auxquels l'entreprise appliquait les prix du « Moniteur de la Construction, » tandis que l'administration n'admettait que les prix de la série annexée à la convention.

La raison donnée par l'entreprise pour une majoration était que les prix de terrassement portés à la série des travaux du Rhône n'étaient pas applicables aux fouilles profondes et étayées des égouts.

Après de longues discussions, une entente intervint sur ce point important en présence des arbitres, et ceux-ci, après avoir donné leur approbation à cette transaction qui fut visée dans leur jugement, arrêtèrent les règlements de compte sur les autres points en litige.

Le jugement arbitral, ténorisant les bases du règlement de compte fut déposé le 11 janvier 1887 et communiqué au Conseil municipal dans sa séance du 21 janvier 1887.

Il est intéressant de connaître l'opinion des arbitres sur le mode d'exécution des travaux adopté par la Ville. Ils s'expriment comme suit en tête de leur rapport :

« Avant de passer à la solution des questions qui leur ont été soumises par les parties, les « arbitres croient nécessaire d'exposer le point de vue auquel ils se sont placés.

« Ce mode d'exécution des travaux en régie intéressée a été, dans les conditions où se « présentait ce travail et suivant l'avis des arbitres, tout à fait avantageux : la Ville de Genève « a eu raison de l'adopter et son administration a fait preuve d'une intelligence complète de la « situation en proposant ce mode d'exécution. La hâtiveté avec laquelle les travaux ont dû être « mis en œuvre, avant que toutes les études de détail aient été faites, aurait, si les travaux « eussent été adjugés à une entreprise ordinaire, inévitablement amené des difficultés, qui auraient « à chaque instant entravé l'exécution des travaux, tandis que, avec ce mode d'exécution en régie « intéressée, l'entente la plus complète sur le mode et les moyens d'action n'a cessé d'exister « entre l'administration et les régisseurs.

« L'administration pouvait au cours des travaux arrêter ou modifier ses dispositions comme elle « le jugeait convenable, elle avait la plus complète liberté d'allure, ce qui, avec un entrepreneur « ordinaire, eût chaque fois amené des difficultés qui auraient entravé la marche des travaux et « se seraient toujours finalement transformés en demandes d'indemnités, en procès. Les travaux « ont été poussés avec beaucoup plus d'activité que ce n'aurait été le cas par un entrepreneur « ordinaire, et la Ville en a retiré de très grands avantages, par une réussite complète du travail « et par une mise en valeur rapide des capitaux qu'elle engageait dans cette affaire.

« Mais ce mode de procéder exige la confiance réciproque et, comme conséquence, que le « sentiment d'équité sera pris en considération dans les différends qui pourraient survenir. Il est « nécessaire cependant d'observer la convention et de ne faire intervenir les considérations « d'équité que pour l'interprétation de celle-ci, cela ne pouvait aller naturellement jusqu'à modifier « unilatéralement les conditions du contrat. C'est donc dans cet esprit, qui est aussi celui qui « animait les parties en cause, ainsi que les arbitres ont pu s'en convaincre par les explications « échangées avec elles, que ceux-ci ont résolu les questions qui leur étaient soumises.

« Il a été d'abord communiqué aux arbitres, par les parties, qu'elles s'étaient entendues « directement sur le principal objet en litige qu'on leur avait proposé dans leur réunion du « 12 novembre, soit sur les prix à appliquer aux travaux des égouts, dans ce sens que les « parties ont convenu de prendre pour base le prix de revient effectif sur le montant duquel « elles se sont entendues et d'y ajouter le 10 % comme bénéfice à répartir en conformité de « l'article 10 de la convention.

« Les arbitres donnent acte aux parties de cet arrangement.

« Les parties ont ensuite établi un bordereau ou série des prix pour les égouts collecteurs « en faisant supporter toute la différence sur le prix de déblai des fouilles, et ont convenu que « cette série serait également applicable au règlement des travaux du prolongement de l'égout « rive droite, qui s'exécute en ce moment. Cette série a été mise sous les yeux des arbitres.

« Ceux-ci donnent acte aux parties de cet engagement et pour fixer l'identité de la série « convenue, ils l'ont visée et signée. »

Les arbitres passaient ensuite à la solution des diverses questions qui leur étaient posées et qui étaient au nombre de dix-huit, concernant : les prix applicables aux terrassements à sec sortis du bras gauche du Rhône, le mode d'évaluer les draguages, les prix à appliquer

aux bétons faits par mélange direct de chaux ou ciment sable et gravier, sans préparation préalable du mortier, les prix à appliquer à la terre à batardeau provenant des fouilles, les prix de divers bois, de la surveillance des murs des batardeaux, etc., etc.

Les comptes furent réglés d'après le jugement arbitral.

Les campagnes suivantes furent l'objet de décomptes successifs qui amenèrent de nouvelles contestations de moindre importance également soumises aux arbitres. Ceux-ci approuvèrent en dernier lieu le compte final de l'ensemble des travaux de la régie co-intéressée en le déclarant conforme aux jugements qu'ils avaient rendus.

Récapitulation des Décomptes

	RÉCLAMÉ par L'ENTREPRISE	ACCEPTÉ après VÉRIFICATION	DIFFÉRENCE
	Francs.	Francs.	Francs
1er décompte au 30 juin 1886	2,781,307 81	2,458,895 26	322,412 55
2e décompte au 30 juin 1887	771,093 09	709,914 24	61,178 85
3e décompte au 31 décembre 1887	109,815 74	106,921 58	2,894 16
4e décompte au 31 décembre 1888	701,600 79	686,990 70	14,610 09
5e décompte au 31 mai 1889	91,024 67	80,694 66	10,330 01
Totaux .... Fr.	4,454,842 10	4,043,416 44	411,425 66

Sur cette somme de fr. 411,425 66 représentant la différence entre les sommes réclamées et les sommes définitivement arrêtées, la transaction relative à l'égout collecteur rive gauche entre pour fr. 141,931 35.

Lorsqu'il s'est agi de commencer les travaux du bras droit du Rhône en 1886, le Conseil administratif obtint de MM. J. Chappuis et Cie un rabais de 6 % pour tous les travaux restant à faire, sauf ceux de draguage. Ce rabais a porté sur le quatrième et le cinquième décomptes et s'est élevé à fr. 33,303 08.

L'entreprise a en outre payé à la Ville une somme de Fr. 66,649 76 pour la valeur à Fr. 1 par mètre cube des matériaux tirés des fouilles et utilisés, suivant l'art. 126 de la Série de prix (Annexe V).

D'une façon générale, le mode d'exécution adopté a été heureux pour les finances de la Ville, et les adversaires les plus acharnés de cette façon d'agir ont dû reconnaître que l'administration municipale avait été bien inspirée en adoptant ce mode de procéder.

Voici quelle est l'opinion qu'en a formulée un des conseillers municipaux qui avait le plus vivement attaqué le système de régie co-intéressée et n'avait pas ménagé ses critiques à l'ensemble du

travail, soit dans la presse, soit dans le sein du Conseil municipal (*Mémorial*, Conseil municipal, 1887-1888, page 556) :

« Si après examen on me demande ce que je pense de ce système, je dirai que je suis « persuadé que ce régime nous a bien réussi, à cause de la qualité des personnes et des circons- « tances où nous nous trouvions; autrement c'est un système très dangereux.

« Voyons si j'ai bien compris ce système : l'entrepreneur se présente, on ne peut pas lui « demander un devis d'avance, à cause de la nature spéciale des travaux; on fixe les prix un « peu plus haut, on lui avance les capitaux; on lui fixe un petit appointement. M. Chappuis a « sauf erreur, Fr. 500 par mois : l'entrepreneur fournit le matériel que la Ville doit lui racheter « ensuite.

« Puis, on convient que les économies réalisées sur les prix convenus seront partagées. La « bonne chance pour l'entrepreneur et la Ville, c'est de travailler à bon marché; la mauvaise « chance pour l'entrepreneur, c'est de ne toucher que son appointement et de ne perdre que son « temps, mais il n'hasarde rien de plus.

« Je reconnais que vu les difficultés du travail, vu les mauvaises saisons possibles, un en- « trepreneur ne pouvait pas faire un forfait sans prendre alors beaucoup d'empart; mais, pour « cela, il faut avant tout un entrepreneur très délicat; car on se met dans ses mains et il pour- « rait toucher des commissions sur ses fournitures; il est certain que M. Chappuis ne l'a pas fait.

« Mais, je dis qu'avant de nous mettre pour plus tard dans cette position il faut prendre « garde, car le Conseil administratif ou plutôt le Conseiller administratif marche la main dans la « main avec l'entrepreneur et, d'autre part, doit défendre la Ville et discuter avec lui.

« Il faut donc absolument que le public sache que ce système est un système exceptionnel.

« Nous considérons les travaux comme bien faits, bien conduits par M. Turrettini. »

On ne peut nier, en effet, que le système de régie cointéressé ne soit un système à employer exceptionnellement, et qu'il fallait, pour en tenter l'essai, avoir sous la main un homme de haute valeur technique et morale, comme l'était M. J. Chappuis.

Lorsque le Conseil administratif de la Ville de Genève aurait à refaire une convention analogue à celle passée le 2 novembre 1883 avec MM. J. Chappuis et Cº, il y apporterait certaines modifications dans l'ordre d'idées suivant :

L'esprit dans lequel était conçue l'association entre l'administration et l'entrepreneur supposait le principe de l'absolue communauté d'intérêts des deux parties contractantes. La convention prévoit dans ce but que tous les moyens d'exécution sont à la charge de l'entreprise et que les cubes des travaux utiles entrent seuls en ligne de compte dans l'évaluation des situations. La série de prix fait toutefois exception à ce principe pour deux genres de travaux qui, par leur nature, devaient rentrer plutôt dans les moyens d'exécution, mais qui, par leur importance et l'aléa qui y est attaché, nécessitent une classification spéciale : ce sont les batardeaux et les épuisements. Sur ces deux objets, il est évident que l'intérêt des parties est différent, l'entrepreneur, si les prix de série des terres à batardeau et des épuisements sont avantageux, à tout intérêt à pousser à la consommation, ce qui, dans des travaux hydrauliques de la nature de ceux de Genève n'est que trop facile; l'administration a un intérêt absolument contraire, car les dépenses de batardeaux et d'épuisements sont de telle nature qu'elles peuvent être considérées comme sans contre-partie. La valeur industrielle d'une installation ne sera pas augmentée s'il a fallu dépenser cinq cent mille francs en batardeaux et épuisements; il en est autrement si cette somme a été appliquée à des travaux d'une nature permanente. Il y aurait donc lieu, non de faire rentrer les batardeaux et les épuisements dans les moyens d'exécution

qui sont compris dans le prix au mètre cube des ouvrages définitifs, mais d'en faire une série spéciale, en régie proprement dite, étudiée de telle façon que l'entrepreneur n'ait aucun avantage à épuiser ou à augmenter les sections de batardeaux.

Ceci n'est, du reste, point un reproche adressé à M. J. Chappuis ; au contraire, l'autorité municipale se plait à reconnaître qu'il a cherché à réduire au minimum cette nature de travaux.

Le but de ces lignes est plus général. L'expérience faite à Genève doit profiter dans l'avenir à ceux qui seront tentés de faire une semblable opération. Il est donc nécessaire d'exposer franchement et en dehors de toute question de personne le pour et le contre du système.

L'administration municipale se plait à reconnaître les services considérables que M. J. Chappuis a rendu à la Ville avec l'aide de son personnel actif et intelligent, parmi lesquels il y a lieu de nommer plus spécialement ses deux ingénieurs chefs de chantier, M. Butticaz, maintenant ingénieur-directeur du Service des eaux et Forces motrices de la Ville de Genève, et M. l'ingénieur E. Bron, qui a succédé à M. Butticaz à la tête des chantiers de l'entreprise lorsque ce dernier est entré au service de la Ville.

Le prix de revient des travaux exécutés en régie co-intéressée

(Tableaux V à XVII)

Le mode d'exécution des travaux permettait à l'administration municipale de connaître, non seulement la valeur sur série de prix des travaux exécutés, mais aussi leur prix de revient réel, se composant uniquement de la main-d'œuvre, des fournitures passées au prix d'achat, et des frais généraux. En effet, la Ville étant le banquier de l'entreprise devait viser toutes les factures et toutes les feuilles de paie et avait en outre à sa disposition les livres de l'entreprise. Il était donc intéressant d'établir exactement le prix de revient proprement dit des principaux travaux, afin de les comparer avec les appréciations antérieures et de contrôler les travaux à venir.

On trouvera aux tableaux V à XVII le prix de revient des ouvrages suivants : V. Prix de revient du mètre cube de draguage dans le Rhône ; VI. Prix moyen des matières premières : VII. Prix des divers éléments constitutifs de la digue séparative et du mètre courant de la digue du canal de fuite; VIII. Prix des divers éléments des batardeaux; IX. Prix des épuisements; X. Prix des bétons du bâtiment des turbines; XI Prix des travaux de construction du bâtiment; XII. Prix des cintrages, chapes et fers du bâtiment; XIII. Prix des éléments des travaux du bras droit du Rhône; XIV. Prix des égouts collecteurs; XV. Prix des bétons des diverses sections d'égouts; XVI. Prix d'un mètre courant des diverses sections d'égout; XVII. Prix des travaux de fondation du barrage à rideaux.

Ensuite, vient au tableau XVIII le prix de revient du réservoir de Bessinges, qui ne rentrait pas dans les travaux exécutés en régie co-intéressée.

CHAPITRE XXIV

La comptabilité du Service des Eaux et Forces motrices

Comptabilité budgétaire

(Voir tableau XXII)

Le Service des eaux et forces motrices possède deux comptabilités absolument distinctes.

L'une, la *comptabilité budgétaire*, l'autre, la *comptabilité industrielle* dont il sera parlé plus loin.

La *comptabilité budgétaire* peut être considérée plutôt comme le compte courant du Service des eaux auprès de la caisse municipale.

La caisse municipale opère toutes les rentrées pour le compte du Service des eaux et effectue tous les payements ordonnancés par lui.

La différence entre les dépenses et les recettes de caisse constitue la recette nette du Service des eaux qui entre au budget général de la Ville.

Avant les travaux du Rhône, la différence entre ces dépenses et ces recettes, soit le bénéfice annuel du Service des eaux, sans tenir compte de l'intérêt des capitaux engagés, avait atteint 130,000 francs.

La base qui avait servi dès l'origine à la justification financière de tout l'ensemble des travaux exécutés par la Ville avait été la suivante :

1° Les travaux relatifs à l'utilisation proprement dite des forces motrices du Rhône doivent être développés sur un programme tel que leur exécution successive laisse intact le bénéfice annuel que réalisait la Ville, dans les années qui ont précédé la mise en activité des nouvelles installations ; en d'autres termes, l'augmentation des recettes et la diminution des dépenses doivent être suffisantes pour que la différence entre les recettes et les dépenses nouvelles représente le bénéfice ancien, ainsi que l'intérêt et l'amortissement de tous les emprunts qui ont été affectés aux travaux, toute l'eau employée par les services municipaux non rétribués, fontaines, arrosages, etc., étant comptée pour zéro.

2° Les travaux plus spécialement relatifs à la régularisation du lac, et qui intéressent les Etats riverains du lac, doivent être remboursés intégralement à la Ville de Genève par les Etats, avec l'aide des subsides fédéraux.

3° Les travaux relatifs à la création des égouts collecteurs, travaux qui ne comportent pas, en contre-partie, une recette spéciale, doivent être considérés comme d'*utilité générale*, et l'intérêt et amortissement des dépenses y afférentes, exécutées par la Ville en sus des subventions, doivent être supportés par l'ensemble du budget municipal.

C'est dans cet ordre d'idées qu'avaient été votés successivement les crédits relatifs à cet ensemble de travaux, et c'est dans ce même esprit qu'ils ont été achevés.

Il ressort de ce fait que les dépenses et les recettes relatives au développement du service hydraulique et des forces motrices doivent être telles que le montant des recettes brutes puisse parfaire aux dépenses concernant :

a) Les frais annuels d'entretien et d'administration.

b) L'intérêt et l'amortissement des capitaux engagés.

Laisser encore un solde de 130,000 fr., égal au bénéfice budgétaire du Service des eaux des années 1884 et 1885 (voir compte rendu de l'administration municipale de la Ville de Genève pendant l'année 1885, tableau 3, page 43).

Au moment où les travaux ont été décidés, le taux d'intérêt des emprunts de la Ville était de 4 %, et la période d'amortissement était de quarante années, représentant un taux total d'intérêt et amortissement de 5,25 %.

C'est donc ce taux de 5 ¼ % qui a servi de base à toutes les justifications financières successives, présentées par le Conseil administratif de 1883 à 1889, à l'appui de ses demandes de crédit.

D'après les prévisions, l'année 1889 devait donc, au point de vue budgétaire, parfaire avec les recettes réellement effectuées par la caisse municipale (non compris l'eau affectée aux services municipaux) aux dépenses courantes de l'exercice, à l'intérêt et amortissement au 5 ¼ des emprunts contractés pour les nouvelles installations et laisser encore un bénéfice net de 130,000 francs.

Or, il ressort du tableau N° XXII, que les recettes brutes se sont élevées à		Fr. 569,729 90
Ou, après déduction de		» 110,000 —
pour l'eau affectée aux services municipaux, à		Fr. 459,729 90
D'autre part, les dépenses annuelles ont atteint	Fr. 101,016 95	
L'intérêt et amortissement au 5 ¼ des versements faits par la caisse municipale pour les travaux du Rhône a atteint au 31 décembre 1889	» 217,724 58	
		Fr. 318,741 53
Il reste donc un solde de bénéfice de		» 140,988 37
pour atteindre le total des recettes effectuées à la caisse municipale, de		Fr. 459,729 90

Le résultat prévu est donc dépassé.

Il l'aurait été plus encore sans les réductions de tarifs opérées successivement, depuis trois ans, sur le coût de la force motrice, et spécialement sur les tarifs à basse pression.

Il est en réalité supérieur à fr. 140,000, puisque, du fait de la conversion de ses emprunts en 1889, la Ville n'a payé que 3 ½ % d'intérêt au lieu de 4 %.

Comptabilité industrielle

(Voir tableaux XXIII et XXIV)

BILAN

La *comptabilité industrielle* du Service des eaux a été organisée en 1882 par les soins du directeur du service, Merle d'Aubigné, ainsi qu'il a été expliqué au Chap. I, page 7.

Cette reconstitution fait remonter jusqu'en 1840 (époque à laquelle on a vu que les roues Cordier avaient été installées), l'inscription des premières dépenses, de sorte que l'on peut

suivre année par année, depuis cette époque, les dépenses de premier établissement et d'entretien ainsi que les amortissements et intérêts des capitaux engagés.

Les intérêts ont été calculés au 4 % jusqu'à l'année 1889 où la Ville a converti sa dette en $3^1/_2$ %.

Quant aux amortissements, leur importance varie suivant la nature des ouvrages, et leur durée probable.

Amortissement des anciennes installations.

On a adopté pour les anciennes installations une période d'amortissement de cinquante années pour les bâtiments, le réservoir du Bois de la Bâtie et ses annexes, tels que la passerelle y conduisant, les canalisations;

Une période de vingt années pour les pompes et turbines;

Une période de dix années pour le petit matériel, l'outillage, les compteurs, etc.

Amortissement des nouvelles installations :

On a adopté pour les nouvelles installations une période d'amortissement de cent ans, équivalant à la durée de la concession, pour les dépenses ayant eu un caractère passager et ne nécessitant plus aucun entretien, tels que les batardeaux; ou ceux, tels que les digues dans le Rhône, qui ne nécessitent pour ainsi dire aucun entretien; ou enfin, comme les intérêts des capitaux engagés pendant la période de construction, dépenses qui peuvent se reconstituer sur une longue période :

Une période de cinquante années pour le bâtiment des turbines, le réservoir de Bessinges, les canalisations à haute pression, la nouvelle canalisation d'aspiration en fer et le coût de rachat des sociétés des eaux du Rhône;

Une période de vingt-cinq années pour les pompes et turbines et les appareils de restitution de force aux usiniers;

Une période de dix-sept années pour la canalisation d'aspiration en bois.

Enfin une période de dix années pour le petit matériel.

Comme la subvention de fr. 1,105,000 donnée par la Confédération et les Etats riverains pour la régularisation du Lac venait en diminution des dépenses exécutées par la Ville de Genève pour la création des forces motrices du Rhône, il y avait lieu de déduire cette subvention de l'ensemble des dépenses faites par la Ville et, au point de vue de la comptabilité, de l'affecter à amortir immédiatement les dépenses faites une fois pour toutes et ne nécessitant pas un renouvellement.

C'est ainsi que la somme de fr. 1,105,000 a été affectée à amortir les dépenses suivantes :

Approfondissement du Rhône.

Abaissement des seuils des anciennes machines.

Démolition des immeubles de l'Ile.

Epuisement des enceintes.

Frais généraux, études, etc.

D'autre part, l'intérêt du coût des égouts collecteurs était supporté par le budget général de la Ville, de sorte que, des nouvelles installations, les seules dépenses qui devaient entrer au compte général du Service des eaux et forces motrices étaient les suivantes :

			dont restait à amortir au 31 déc. 1889		
Coût de la concession	Fr.	35,000 —		Fr.	33,600 —
Batardeaux	»	304,796 53	»	»	295,068 98
Digues séparative et 2e période . .	»	127.037 99	»	»	122,484 94
Vannes de décharge et radier. . . .	»	81,596 59	»	»	77.935 55
Vannes Séchehaye	»	38,251 84	»	»	35,940 84
Barrage à rideaux (sans le pont). . .	»	88,825 90	»	»	83,461 90
Restitution de force aux usiniers . . .	»	60,122 69	»	»	51,277 51
Bâtiments des turbines	»	1.192,057 65	»	»	1,150,685 86
Pompes et turbines	»	658,854 35	»	»	575,455 55
Transformation des machines à vapeur	»	21,945 80	»	»	19.751 55
Conduite d'alimentation supérieure .	»	120,919 97	»	»	72,669 49
Conduite en fer 1m20 de diamètre .	»	95,000 —	»	»	91,200 —
Canalisation haute pression.	»	1,137,783 65	»	»	1,367,745 45
» rachat	»	303,100 —			
Réservoir de Bessinges	»	250,514 40	»	»	240,700 40
Intérêt des capitaux (solde)	»	95,460 01	»	»	92,841 85
	Fr.	4,611,267 37	»	»	4,310,879 84

Il en résulte donc qu'au 31 décembre 1889 le coût total des travaux du Rhône, y compris le rachat des canalisations des sociétés des eaux du Rhône, était pour la Ville de Genève, après déduction des subventions, de fr. 4,611,267 37 et que ce coût était réduit par les amortissements successifs à fr. 4,310,879 84, chiffre pour lequel il figurait au bilan du 31 décembre 1889.

Si l'on ajoute à la valeur des nouvelles installations	fr.	4,310,879 84
le coût des anciennnes installations (amortissement déduit)	»	1,135,595 90
le capital engagé au 31 décembre 1889 par la Ville de Genève, dans le service des eaux et forces motrices du Rhône, s'élève donc à	fr.	5,446,475 74

COMPTE DE PROFITS ET PERTES

Le débit du compte de profits et pertes s'établit donc comme suit:

1° Les frais d'exploitation proprement dits	Fr.	77,298 55
Ces frais sont inférieurs à ceux des années qui ont précédé la mise en marche des nouvelles installations. Cette diminution s'explique par la suppression des dépenses de combustible.		
2° L'amortissement des anciennes installations		68,911 05
Cet amortissement sera réduit à fr. 47,217 90 dès l'an prochain par l'amortissement complet de l'ancien bâtiment des roues Cordier, et des canalisations faites de 1840 à 1870.		
3° Les intérêts au 3½ % sur le capital engagé dans les anciennes installations	»	41,212 85
Il est à noter que dans les années précédentes l'intérêt des capitaux engagés était calculé à 4 % l'an. La Ville de Genève a converti en 1889 tous ses		
A reporter	Fr.	187,422 45

Report . . . . Fr. 187,422 45

emprunts et entre autres, ceux qu'elle avait dû contracter pour faire face aux dépenses des travaux du Rhône.

4° L'amortissement des nouvelles installations . . . . » 94,665 —

5° Les intérêts au $3^1/_2$ % sur le capital engagé au 31 décembre 1888 dans les nouvelles installations, soit fr. 4,300,205 75 . . . . » 150,507 20

6° Le solde du compte de profits et pertes . . . . » 137,135 25

représente le bénéfice réalisé par la Ville de Genève sur l'exercice 1889.

Comme on le voit, le bénéfice industriel est sensiblement le même que le bénéfice budgétaire, représentant la différence entre les dépenses portées au budget ordinaire et les recettes effectuées, sans tenir compte de la valeur de l'eau affectée aux divers services municipaux. Ce bénéfice était, comme on l'a vu plus haut, de fr. 140,988 37.

Le total du débit du compte de profits et pertes s'élève à . . . . . . Fr. 569,729 90

égal au montant des recettes.

Au crédit du compte de profits et pertes, l'on trouve :

1° *L'eau municipale* . . . . Fr. 110 000 —

Soit la valeur des eaux employées pour les divers services municipaux, fontaines, arrosages, cascades, vespasiennes, etc., etc.

Le volume d'eau consommé en 1889 à ces différents buts a atteint 3,921,388 m³.

2° *L'eau ménagère* distribuée sur le réseau à basse pression . . . . . » 194,080 45

Cette recette est, comme on le voit, la recette principale; elle atteignait déjà fr. 162,163 35 en 1882, au moment des études pour l'utilisation des forces motrices du Rhône.

L'augmentation des recettes d'eau ménagère est maintenant fort lente, trois à quatre mille francs par année au plus, car la plupart des maisons comprises dans le réseau à basse pression sont actuellement pourvues d'eau.

3° *L'eau ménagère* distribuée sur le réseau à haute pression, rive droite fr. 28 044 35

Là aussi l'augmentation est très faible, elle a atteint fr. 2000 en trois années.

Au moment du rachat de ce réseau à la Société des eaux du Rhône, rive droite, la recette atteignait déjà fr. 26,000.

4° *L'eau ménagère* distribuée sur le réseau à haute pression, rive gauche . » 12,173 55

Il n'y a pas lieu non plus de prévoir d'augmentation rapide de recettes. Ce réseau a eu pour but de doter d'eau plusieurs communes qui en étaient entièrement privées et dont la population est relativement peu dense.

5° *L'eau motrice* distribuée sur le réseau à basse pression . . . . . fr. 52,123 40

Cette recette est en diminution de fr. 8,056 65 sur l'année 1888, à cause des réductions de tarifs accordée par la Ville à son ancienne clientèle.

On a vu en effet que la distribution de force motrice par le réseau à basse pression avait pris un grand développement de 1872 à 1882, avant les

A reporter . . . . Fr. 396,421 75

Report . . . . Fr. 396,921 75

travaux du Rhône. Le nombre des moteurs de 1 à 4 chevaux établis alors atteignait le chiffre de 113, malgré des tarifs relativement élevés correspondant à un coût du cheval-heure variant de 30 à 40 centimes.

Si les autorités municipales avaient d'emblée égalisé les tarifs de la haute et de la basse pression, en 1886, lors de la mise en marche des nouvelles installations, il en serait résulté une diminution de recettes considérable qui aurait porté un coup fatal à la justification financière de l'entreprise.

Il fut donc accordé une première réduction de 10 % sur le tarif d'eau motrice à basse pression en 1886 et en 1889, cette réduction a été portée à 30 %, pour les moteurs fonctionnant en moyenne au moins six heures par jour.

Le volume d'eau employée à ce service a été de 1,174,237 $^{m^3}$ vendue en moyenne à fr. 0,044 le mètre cube.

6. *L'eau motrice* distribuée sur le réseau à haute pression 112,840 60

Cette rubrique est naturellement celle sur laquelle les augmentations ont été le plus rapides depuis 1886.

La progression est la suivante :

Recettes de	1886	Fr.	6,441 05
»	1887	»	42,649 50
»	1888	»	90,181 20
»	1889	»	112,840 60

L'augmentation a donc été de 22,000 francs de 1888 à 1889. Il est probable que ce chiffre sera la moyenne des augmentations des années suivantes.

Le volume d'eau consommé par la distribution de force motrice à haute pression a été de 5,135,759 mètres cubes représentant environ 1,426,000 chevaux-heures distribués sur 79 moteurs représentant une force totale de 1,279 chevaux effectifs disponibles chez les divers consommateurs de force.

Le prix moyen de vente du mètre cube d'eau à haute pression pour la force motrice a été, comme on le verra plus loin, de fr. 0,021 représentant un coût moyen de fr. 0,07 par cheval et par heure.

L'eau industrielle distribuée sur le réseau à basse pression atteint une recette de . . . . Fr. 18,354 30

et celle distribuée sur le réseau à haute pression, de . . . . » 9,791 35

Ainsi que l'indique le règlement, est réputée *eau industrielle* toute concession affectée aux besoins de l'industrie, bains, lavoirs, machines à vapeur, etc. consommant au moins 200 mètres cubes par mois.

Le volume d'eau industrielle employée sur le réseau à basse pression a été de 228,552 m³ et sur le réseau à haute pression de 90,045 m³.

L'*entretien* à forfait *des embranchements* à raison de fr. 4 par concession d'eau ménagère a atteint une recette de . . . . Fr. 10,812 —

Les recettes résultant de *location de compteurs* . . . . » 3,051 —

» » vente de *vieux matériaux* . . . . » 1,584 95

» » concession de *bouches à eau particulières* . . . » 1,465 —

A reporter Fr. 554,820 95

Report	Fr.	554,320	95
Les recettes résultant de vacations	»	502	—

s'expliquent d'elles-mêmes.

Le bénéfice sur *travaux divers*	»	10,761	95

représente le bénéfice réalisé sur la pose, pour le compte des tiers, des canalisations et embranchements.

Enfin le compte *loyers*	»	4,145	—

représente le prix de location à la Société d'appareillage électrique du bâtiment de l'ancienne machine, ainsi que le loyer d'une cour de la vieille machine de 1708.

Le total du crédit du compte de Profits et Pertes est de	Fr.	569,729	90

égal au chiffre du débit.

CHAPITRE XXV

Prix de revient et prix de vente de l'eau et de la force motrice

Prix de revient en 1889

Le prix de revient de la force motrice se déduit tout naturellement du prix de revient du mètre cube d'eau, car toute la transmission de force se fait à Genève par transmission hydraulique.

Le prix de revient de l'eau n'est pas un chiffre unique, puisqu'il y a deux réseaux de distribution, l'un à 50 mètres, l'autre à 130 mètres de pression. Le coût de l'eau à 130 mètres doit être nécessairement plus élevé, puisque la même force élève 2 $^{1}/_{2}$ fois plus d'eau à la basse pression qu'à la haute. Le coût exact du mètre cube d'eau est encore compliqué du fait que les anciennes installations ne sont pas encore amorties et que la façon dont on répartit la somme correspondant à cet intérêt et amortissement fait varier le coût relatif des deux natures d'eau, haute et basse pression.

La consommation de l'eau vendue se répartit ainsi :

Eau ménagère, industrielle et motrice, basse pression	4,944,341
Eau employée aux services municipaux »	3,871,558
Eau ménagère, industrielle et motrice, haute pression	7,536,823
Eau employée aux services municipaux »	49,830
Total . . . Mètres cubes	16,402,552

Une première manière d'établir la valeur relative des eaux des deux réseaux serait de considérer que sur les huit pompes actuellement en fonction les deux qui alimentent l'ancien réseau ne sont que la restitution des anciennes installations disparues et que par conséquent le réseau à basse pression doit supporter pour un quart les frais d'entretien et tout l'intérêt et amortissement du compte des anciennes installations, tandis que les trois quarts des frais d'entretien et tout l'intérêt et amortissement des nouvelles installations doivent être à la charge du réseau à haute pression.

Dans cette hypothèse, le prix de revient de l'eau s'établit comme suit :

		BASSE PRESSION (2 pompes)		HAUTE PRESSION (6 pompes)	
Eau consommée			8,815,899 m³		7,586,653 m³
DÉPENSES					
Frais généraux	$^{1}/_{4}$	Fr.	19,324 65	$^{3}/_{4}$ Fr.	57,973 90
Amortissements (anc. install.)		»	68,911 05	»	94,665 — (nouv. inst.)
Intérêts		»	41,212 85	»	150,507 20
		Fr.	129,448 55	Fr.	303,146 10
Prix de revient par mètre cube		Fr.	0,015	Fr.	0,04

Prix moyen : 0,026

Une seconde solution consiste à répartir dans la proportion de un à quatre toutes les dépenses, aussi bien d'entretien que d'intérêt et amortissement des anciennes et nouvelles installations.

Ce mode de calcul donne les résultats suivants:

		BASSE PRESSION (2 pompes)		HAUTE PRESSION (6 pompes)
Eau consommée		8,815,899m³		7,586,653m³
DÉPENSES				
Frais généraux	¹/₄	Fr. 19,324 65	³/₄	Fr. 57,973 90
Amortissements, anciennes et nouvelles installations . .	¹/₄	» 40,894 —	³/₄	» 122,682 05
Intérêts, anciennes et nouvelles installations. . . .	¹/₄	» 47,930 07	³/₄	» 143,790 —
		» 108,148 70		» 324,445 95
Prix de revient par mètre cube .		Fr. 0,012		Fr. 0,042
Prix moyen		Fr. 0,026		

Une troisième solution, celle qui parait plus rationnelle, consiste à charger le réseau à basse pression de l'intérêt et amortissement des anciennes installations, puisqu'il a bénéficié de toute l'ancienne clientèle du Service des eaux, et d'y ajouter le quart des frais d'entretien et le quart du coût d'intérêt et amortissement des nouvelles installations proportionnellement aux turbines de chaque réseau.

Le réseau à haute pression supporterait le coût des trois quarts des frais d'entretien et de l'intérêt et amortissement des nouvelles installation. Il en résulte les chiffres suivants:

		BASSE PRESSION (2 groupes)		HAUTE PRESSION (6 groupes)
Eau consommée		8,815,899		7,586,653
DÉPENSES				
Entretien.	¹/₄	Fr. 19,324 65	³/₄	Fr. 57,974 90
Amortissements anciennes installations		» 68,911 05		
Amortissements ¹/₄ nouv. inst.		» 23,666 30	³/₄	» 70,998 75
Intérêts, anciennes installat.		» 41,212 85		
Intérêts ¹/₄ nouvelles installat.		» 23,666 30	³/₄	» 112,880 40
		Fr. 109,741 65		Fr. 241,853 05
Prix de revient par mètre cube . .		Fr. **0,021** . . .		Fr. **0,031**
Prix moyen.		**0,026**		

Le prix de revient du mètre cube d'eau en 1889, *sans intérêt ni amortissement*, n'est que de fr. 0,0094.

Prix moyen de Vente en 1889

Quant au prix de vente il varie naturellement suivant les tarifs qui sont multiples (voir annexe X), puisque la force se vend soit à forfait, soit au compteur, avec des prix décroissants suivant l'importance de la consommation.

Le tableau suivant indique le prix moyen de vente de chaque nature d'eau pour chacun des réseaux.

Prix de vente du mètre cube d'eau en 1889

	BASSE PRESSION			HAUTE PRESSION		
	MÈTRES CUBES	RECETTE	Prix de vente du mètre [1]	MÈTRES CUBES	RECETTE	Prix de vente du mètre [1]
		Francs	Francs		Francs	Francs
Eau ménagère............	2,228,392	194,080 45	0,087	383,729	40,217 90	0,105
Eau motrice...............	1,174,237	49,643 40	0,042	5,135,759	107,649 60	0,02
Eau industrielle............	228,552	18,354 30	0,08	90,045	9,791 35	0,11
Restitution de force aux anciens usiniers	1,313,160	2,480 —	0,0018	1,927,290	5,191 —	0,0027
	4,944,341	264,558 15		7,536,823	162,849 85	
Eau municip^le h. et b. pres^on.	3 920,948	110,000 —	0,028			
	Prix moyen.............		0,053	Prix moyen............		0,021

Prix moyen du mètre cube haute et basse pression : **0,0342**

Comparaison du prix de revient et du prix moyen de vente

Les tableaux ci-dessus sont instructifs parce qu'ils prouvent que l'Administration municipale a fait des sacrifices considérables pour la distribution de la force sur le nouveau réseau.

Si l'on compare en effet les prix de revient et les prix de vente, on voit que le prix de revient du mètre cube d'eau à haute pression est, dans l'hypothèse la plus avantageuse, de fr. 0,031, tandis qu'il est vendu au prix moyen de fr. 0,021. La perte est donc de fr. 0,01, soit de trente pour cent du prix de revient. Si l'on rapporte ces chiffres au coût de la force en cheval-heure sur la base d'un débit de $3^{m^3},2$ à $3^{m^3},6$ par cheval-heure, on voit que, sur le réseau à haute pression, le

prix de revient du cheval-heure est de	Fr. 0,099 à 0,111
tandis que le prix moyen de vente n'atteint que.	» 0,067 à 0,075
constituant une perte par cheval-heure de	Fr. 0,032 à 0,036

Le prix moyen du cheval installé sur le réseau à haute pression chez les différents consommateurs ressort du tableau suivant :

Nombre de chevaux installés chez les industriels	1,141
Consommation d'eau pour l'exercice 1889	5,135,759 mètres cubes
» par cheval-heure	3^m3
Rendement moyen supposé	68 %

Pression moyenne supposée		120 m
Durée de marche (300 jours de 10 heures)		3,000 heures
Consommation annuelle par cheval pour 3000 heures		10,000 mètres cubes
Nombre de chevaux utilisés à raison de 3000 heures par an . .		520 ch.
Recette totale	Fr.	107,640 60
Recette annuelle par cheval de 3000 heures	»	205 —
Recette annuelle par cheval installé chez les industriels . . .	»	94 34

CHAPITRE XXVI

Les résultats hygiéniques

Avant les travaux du Rhône [1], la fièvre typhoïde qui sévissait faiblement à Genève à l'état endémique avait fait une apparition plus sérieuse en 1881, année dans laquelle le chiffre de la mortalité causée par le typhus avait à peu près triplé.

Déjà en 1879, M. le Dr et Prof. P.-L. Dunant présentait au Département des travaux publics un rapport concluant comme suit :

« 1° L'eau puisée dans le Rhône par la machine hydraulique est aujourd'hui pure, saine et de bonne qualité comme eau potable.

« 2° Mais, pour qu'elle conserve ces qualités, il ne faut pas que le Rhône continue à recevoir des quantités toujours croissantes d'eaux d'égouts et d'immondices.

« 3° Il serait très important pour la santé publique de la ville de Genève que les déjections des quartiers des Eaux-Vives et du Prieuré (situés en dehors de ses propres limites) cessassent dès aujourd'hui d'être versées dans le Rhône.

« 4° Il serait nécessaire, pour prévenir la souillure du Rhône, qu'on construisît d'autres égouts pour toute l'agglomération genevoise urbaine et suburbaine, ceux des quartiers qui nous occupent ne pouvant en aucun cas se relier aujourd'hui avec ceux de la Ville à cause de leur différence de niveau. »

Les pouvoirs publics de la Ville et du Canton de Genève ayant résolu d'utiliser la force motrice du Rhône, il fut décidé et annoncé plusieurs mois à l'avance, que le bras gauche du Rhône serait mis à sec au mois de mars 1884 Cela nécessitait deux opérations essentielles : 1° Arrêter le courant du fleuve entre le quai de la rive gauche et le quartier de l'Ile, en établissant un barrage immédiatement en amont du pont de la Machine et de la tête de l'Ile. 2° Prolonger les conduites d'aspiration d'eau potable qui existaient précisément à l'endroit où le barrage devait être établi. Il importe de noter que bien qu'il y eût deux prises d'eau et deux machines, il n'y avait qu'une seule espèce d'eau potable. L'aspiration était double, mais la distribution était unique. Les travaux pour la pose des tuyaux en fer prolongeant la prise d'eau de hydraulique principale placée au milieu du fleuve et la prise d'eau pour la pompe de la machine vapeur située plus en aval sur le quai de la Coulouvrenière, commencés le 1er décembre 1883, furent complètement achevés le 2? février 1884. — Les travaux préparatoires du barrage se firent en décembre et en janvier, les bateaux-vannes furent descendus le 29 janvier et le 3 février, mais le barrage ne fut achevé qu'entre le 20 et le 24 février et le bras gauche du Rhône fut à sec le 2 mars.

[1] Extrait du Mémoire de M. le Dr P.-L. Dunant, professeur d'hygiène à la Faculté de médecine, intitulé : *Epidémie typhoïde à Genève en 1884. Résultat de l'enquête étiologique*. 1887.

L'eau arrivant du lac le long du quai de la rive gauche, fut donc dès les premiers jours de février partiellement arrêtée dans les angles rentrants du port en amont du barrage, tandis que le reste se mêlant peu à peu au courant refoulé vers l'autre rive, allait passer près des prises d'eau pour s'écouler par le bras droit qui restait seul ouvert. Cela n'aurait pas eu d'inconvénient si l'eau était restée propre et eût conservé sa remarquable pureté habituelle, mais à ce moment intervint une circonstance qui prouva combien étaient fondées les craintes émises en 1879 au sujet des égouts qui se déversaient dans le port.

La souillure accidentelle du Rhône fut produite en première ligne par un malencontreux draguage opéré devant le quai des Eaux-Vives, en dehors des limites de la Ville de Genève et sans aucun rapport avec les travaux importants, et prévus de longue date, exécutés par elle. Ce draguage a été commencé le 28 janvier, à l'insu de l'Administration municipale, dix-huit jours avant le début de l'épidémie; il fut arrêté le 4 mars sur la réclamation du Conseil Administratif et une dizaine de jours après l'épidémie était en pleine décroissance.

Or, il est acquis, comme le dit très bien le Dr Dreyfous, que le plus grand nombre des faits qui permettent d'apprécier la durée de l'incubation, font voir que les premiers symptômes de la dothiénenterie se manifestent en général dans la deuxième semaine qui suit l'infection.

Ce draguage se fit à environ 700 mètres des prises d'eau de la machine de la Ville, en un point profondément envasé par les apports des deux principaux égouts de la commune des Eaux-Vives (Nant de Jargonnant et égout du chemin de la Scie), qui reçoivent les déjections d'environ deux cents maisons.

Vu le peu de profondeur de l'eau, il fut exécuté à la pelle, procédé primitif qui brasse la vase, la mêle intimement à l'eau et en laisse écouler plus de la moitié. Aussi, aux 146 mètres cubes de vase qui ont été extraits du port en cet endroit, il faut ajouter au moins 150 autres mètres cubes, comprenant les parties les plus tenues, les plus organiques et toutes les substances solubles, qui ont été mêlés à l'eau et lentement entraînés avec elle du côté des prises d'eau.

Il n'y avait eu pendant le commencement de l'année que des cas rares et égrenés de fièvre typhoïde. A partir du 15 février ils se multiplièrent d'une manière inusitée; on en compta sept cas par jour à la fin de ce mois. Puis, brusquement, l'épidémie augmenta avec une intensité effrayante et une rapidité telle qu'en dix jours elle atteignit son maximum. Il y eut 17 cas nouveaux le 1er mars, 27 cas le 5, 47 le 8 et 67 cas le 10 mars. Dès le lendemain, le nombre s'abaissait à 51, puis diminuait graduellement jusqu'à 13 et 12 cas pendant les derniers jours du mois.

Du 1er avril au 17 mai, l'épidémie resta à peu près stationnaire avec une moyenne de 10 malades nouveaux par jour. Pendant les six semaines qui suivirent, du 18 mai au 30 juin, un nouvel abaissement survint avec une moyenne de 6 malades par vingt-quatre heures.

En juillet il y eut une recrudescence légère pendant les deux premiers jours du mois, puis plus forte du dixième au vingt-sixième jour, et la moyenne quotidienne des cas s'éleva à 13, on en compta même 23 dans la journée du 19 juillet. L'épidémie revint ensuite à son niveau des mois de mai et de juin, s'y maintint pendant environ six semaines, puis cessa définitivement le 15 septembre. En octobre, novembre et décembre il n'y eut que des cas égrenés.

Voici la répartition mensuelle des cas de maladie :

Janvier . .	18	Mai . . .	263	Septembre .	79
Février . .	83	Juin . . .	172	Octobre . .	29
Mars . . .	965	Juillet . .	318	Novembre . .	36
Avril . . .	320	Août . . .	204	Décembre .	14

Le moyen le plus prompt et le meilleur pour procurer à nouveau à la population de l'eau exempte de germes morbides étant d'aller la puiser en plein lac, en amont de tous les égouts, une conduite unique fut placée jusqu'à 400 mètres hors des jetées. Le 30 août on put la relier avec les conduites précédentes et, à partir de ce jour, ce fut de l'eau tout à fait pure que pompa la machine hydraulique. Or dix-huit jours après cette installation, l'épidémie était définitivement vaincue et les cas très rares de fièvre typhoïde qui furent signalés depuis ce moment furent presque tous des cas secondaires.

La *mise à sec du lit du Rhône* avait inspiré de grandes inquiétudes qui ne se sont point réalisées. Dans les quartiers de la rive gauche, qui bordent le fleuve, le nombre des malades n'a pas dépassé la moyenne de toute la rive gauche, et dans le quartier de l'Ile, de la rive droite, ce nombre n'a dépassé que d'une unité la moyenne des quartiers de cette rive, tandis que la plupart d'entre eux ont eu une plus forte proportion de malades que celui de l'Ile. Parmi les 300 et quelques ouvriers qui ont simultanément ou successivement travaillé au nivellement du lit du Rhône, à la fondation des bâtiments des turbines, à la construction du collecteur, il n'a été signalé que 10 malades, ce qui fait une proportion de 33 °/₀₀, alors que la moyenne dans la Ville entière a été de 39 malades pour mille habitants.

Dès la mise en service des égouts collecteurs en 1886 et 1887 la terrible maladie était définitivement vaincue.

Le tableau suivant donne la progression puis la décroissance de la maladie de 1876 à 1889.

Fièvre typhoïde à Genève

Note fournie par M. le docteur et professeur P. L. Dunant, *le 10 mars 1890*

ANNÉES	MALADES TRAITÉS à L'HOPITAL CANTONAL	DÉCÈS DANS LES TROIS COMMUNES Genève, Plainpalais, Eaux-Vives
1876	35	27
1877	45	27
1878	39	19
1879	44	22
1880	57	18
1881	143	51
1882	54	19
1883	62	14
1884	773	190
1885	104	21
1886	73	22
1887	30	19
1888	38	12
1889	31	9

Note. — Les chiffres de malades ne concernent que ceux de l'hôpital cantonal, tandis que les chiffres des décès comprennent tous les décès survenus tant à domicile que dans les 4 hôpitaux de l'agglomération genevoise.

M. le Dr Dunant a terminé son mémoire sur l'épidémie typhoïde de 1884 par les observations suivantes qui résument la question :

« Pourquoi cette absence totale d'épidémie typhoïde, du 1er janvier au 30 juin 1887, pendant « le cours de travaux considérables opérés dans le bras droit du Rhône, de la même manière « et avec le même succès que ceux opérés en 1884 dans le bras gauche? L'établissement d'un barrage, « le nivellement du lit du fleuve, la construction d'un vaste collecteur furent identiques en 1884 « et en 1887. Seules la provenance de l'eau potable et sa pureté furent différentes à ces deux « époques. Ni draguage ni égout ne vinrent la troubler cette année-ci comme ils l'avaient fait il « y a trois ans.

« Le transport de la prise d'eau jusque dans le lac et la construction des grands collecteurs « qui maintenant recueillent toutes les eaux d'égouts des deux rives pour ne les déverser dans « le fleuve qu'en aval de Genève, ont donc bien réalisé l'importante amélioration sanitaire qu'on « en attendait. Les pouvoirs publics et tous ceux qui les ont aidés à étudier, voter et exécuter « ces travaux ont rendu un grand service à la population.

« Toute dépense faite au nom de l'hygiène est une économie, disait le Dr Queirel à propos « de l'assainissement de la ville de Marseille. Cela est vrai, lorsque cette dépense est réellement « justifiée par ses résultats, et, Dieu merci, ces résultats sont visibles aujourd'hui à Genève. »

CHAPITRE XXVII

Les résultats des travaux de régularisation du Lac Léman

(Voir texte, Planche G)

Les résultats de l'année 1888

La convention intercantonale signée le 17 décembre 1884 entre la Confédération d'une part et les Etats de Genève, Vaud et Valais, d'autre part, avait pour but la régularisation du niveau des eaux du lac Léman.

Les travaux destinés à cette régularisation avaient été étudiés par la Ville de Genève simultanément avec l'utilisation des forces motrices du Rhône, de telle façon que les deux opérations pussent se faire successivement et sans se nuire mutuellement.

La Ville de Genève, par convention du 23 janvier 1886, s'engagea vis-à-vis de l'Etat de Genève à relever celui-ci des obligations qu'il avait dû prendre pour l'exécution des travaux de régularisation du lac.

La durée des travaux devait être de cinq années au maximum, à partir du 17 novembre 1885.

Aujourd'hui, les travaux sont près d'être terminés et dès l'année 1888, le niveau du Léman a pu être réglé sur les bases prévues à la convention.

Les résultats obtenus en 1888 sont résumés dans les lignes qui suivent.

Il y a lieu d'observer que ces résultats eussent été plus satisfaisants encore, si les travaux avaient été entièrement terminés, c'est-à-dire : 1° Si le port avait été dragué, opération qui se fait actuellement ; 2° Si dans l'été 1888, le bras gauche du Rhône avait pu débiter d'une façon normale, tandis que l'achèvement de la seconde partie du bâtiment des turbines n'a permis qu'un écoulement par ce bras, de 90 à 100 mètres cubes par seconde au lieu de 200^{m} prévus au projet de régularisation ; 3° Si les draguages du Rhône avaient été terminés jusqu'à la jonction du Rhône et de l'Arve, draguages qui ne furent achevés que dans le courant du printemps 1889.

Une fois ces différents travaux terminés, la Ville de Genève pourra conserver la chute utile nécessaire au fonctionnement de ses turbines, tout en augmentant encore le débit du Rhône. Cette augmentation de débit aurait eu, en 1888, une influence considérable pour abaisser encore le niveau du lac.

Pour rendre plus clair les chiffres qui sont donnés plus loin, il y a lieu de rappeler en quelques mots : d'une part, les repères servant à la limnimétrie du lac ; d'autre part, les niveaux anciens atteints par le lac, comme hautes et basses eaux, comparés au niveau de 1888 et 1889, et enfin les niveaux probables du lac, une fois les travaux de régularisation entièrement terminés.

La limnimétrie du lac est rapportée au repère de la pierre du Niton : PN, situé dans le port

de Genève. La cote adoptée pour ce repère est : PN = $376^{m},64$ au-dessus du niveau de la mer. Les cotes prévues à la convention intercantonale pour la régularisation sont toutes calculées par rapport à PN.

Le limnimètre auquel M. l'ingénieur Legler (auteur du projet de régularisation et expert, à la fois, pour l'Etat de Vaud et la Ville de Genève) avait rapporté son projet de niveau futur était situé en amont du pont du Mont-Blanc à la sortie du Rhône dans le port de Genève.

Le limnimètre où se font depuis quelques cinquante ans les observations du niveau du lac par l'Observatoire de Genève et le Service des Eaux se trouve placé au Jardin Anglais, soit à quelques mètres seulement du limnimètre qui a servi aux calculs de M. Legler. L'observatoire de Genève, afin d'obtenir des lectures positives du niveau du lac, a adopté comme zéro normal de la limnimétrie du lac, un plan de comparaison « ZL » placé à 3 mètres au-dessous du repère PN. Les lectures du limnimètre du Jardin Anglais sont corrigées de façon à ramener au zéro normal « ZL. »

Les lectures faites soit au limnimètre près du pont du Mont-Blanc de M. Legler, soit au limnimètre du Jardin Anglais indiquent donc le niveau du lac dans le port de Genève.

Or, l'étranglement produit par le resserrement des rives aux abords de Genève, par le relèvement du fond sur le banc de Travers et par la passe des jetées de Genève, produisent une pente superficielle fort appréciable, dès en amont des jetées ; aussi le niveau proprement dit du lac en dehors de celles-ci, peut-il dépasser en hautes eaux de 10 à 12 centimètres le niveau du port aux limnimètres cités plus haut.

M. Ph. Plantamour a relevé dès 1874 les niveaux du lac en dehors des jetées, devant sa villa de Sécheron. Ces niveaux sont inscrits avec une fort grande exactitude par un limnimètre enregistreur, qui permet d'établir une cote moyenne exacte pour chaque jour de l'année par une moyenne calculée de toutes les oscillations diurnes.

Le zéro du limnimètre de Sécheron est à 3^{m} sous PN soit à la cote du zéro normal « ZL ».

	Hautes Eaux		
MAXIMA rapportés à PN		MAXIMA rapportés à ZL	
— 0,188	1807	+ 2,812	E. Plantamour, Remarques critiques, etc., 1881.
— 0,173	1809	+ 2,827	
+ 0,205	1816	+ 3.205	
+ 0,211	1817	+ 3,211	
— 0,188	1821	+ 2,812	
— 0,214	1824	+ 2,786	
— 0,040	1846	+ 2,960	
— 0,370	1874	+ 2,630	(année qui a servi pour le calcul du projet de régularisation).
— 0,245	1877	+ 2,755	
— 0,220	1879	+ 2,780	
— 0,976	1883	+ 2,024	(maximum d'été).
	Basses eaux		
— 2,611	1846	+ 0,389	
— 2,338	1858	+ 0,662	
— 2,450	1874	+ 0,550	(année qui a servi pour le calcul du projet de régularisation).
— 1.770	1888	+ 1,230	

Il résulte de ces chiffres :

a) Que les variations maxima ont atteint dans ce siècle 2m,822, différence entre le maximum de 1817 et le minimum de 1840 ;

b) Que les variations de l'année 1874, qui a servi de base au projet, ont été de 1m,980 ;

c) Qu'elles n'ont été en 1888 que de 0m,784 seulement.

Il est à noter que l'on a éliminé : de ces calculs le maximum d'octobre 1888 ZL + 2m,108, provenant de la pluie torrentielle des 2 et 3 octobre 1888, maximum atteint par le fait de la fermeture complète du barrage, destinée à atténuer les désastres produits par la crue de l'Arve dans la vallée du Rhône en aval de Genève. Vu la saison, une crue du lac ne pouvait présenter aucun inconvénient.

Les résultats de l'année 1889

Les résultats obtenus dans l'année 1888 n'étaient pas encore absolument complets, car certains obstacles s'opposaient encore au libre écoulement du Rhône.

L'année 1889 a présenté, outre l'intérêt d'une première année d'expérience complète, la circonstance de certains phénomènes météorologiques qui ont permis de constater l'heureux résultat des travaux destinés à la régularisation du lac.

La planche G qui est annexée plus loin contient les indications suivantes :

1° La courbe *noire* indique le niveau du lac dans l'année 1874. On se souvient que c'est sur le niveau des eaux de cette année (dont le régime avait fait l'objet d'une étude jour par jour de la part de M. l'ingénieur Legler) qu'a été étudié le projet d'abaissement de 60 à 65 centimètres des hautes eaux du lac.

2° La courbe *rouge* est la courbe qui fut calculée par M. Legler pour l'année 1874 en supposant les travaux de régularisation exécutés. Cette courbe, calculée par M. Legler pour un limnimètre placé dans le port de Genève, près du pont du Mont-Blanc, a été rapportée sur la planche au limnimètre de Sécheron, pour tenir compte de la pente qui existe entre les deux points (environ 12 centimètres en hautes eaux)

3° La courbe *bleue* indique le niveau *réel* atteint par le lac en 1889, les travaux de régularisation étant terminés.

4° La courbe *rouge pointillée* indique le niveau calculé qu'aurait atteint le lac en 1889, si les travaux n'avaient pas été faits.

Pour établir cette courbe l'on s'est servi des chiffres fournis par les jaugeages de M. Legler, en 1874, qui donnaient le débit du Rhône pour chaque niveau du lac.

Connaissant, d'autre part, le nouveau débit du Rhône constaté par une série de jaugeages faits l'an dernier, ainsi que les variations journalières du lac sous l'influence des excédents des entrées sur les sorties et *vice versa*, l'on a pu faire le calcul inverse de celui qu'avait fait M. Legler pour 1874, et déterminer d'une façon très précise le niveau qu'aurait eu le lac sans les travaux faits à Genève.

Il résulte de cette étude :

a) Que le lac a atteint en 1889 la cote de PN — 0m89 (au limnimètre du Jardin anglais PN — 1m005) dépassant de 0m295 le niveau des hautes eaux normales ;

b) Que le lac aurait atteint, sans la régularisation, la cote de PN — 0m18 (au Jardin anglais PN — 0m33) dépassant ainsi de 0m71 le niveau réellement atteint et de 1m005 le niveau normal des hautes eaux.

Cette cote de PN — 0m18 n'a été dépassée dans ce siècle qu'en 1816, 1817 et 1846.

Les eaux de 1889 auraient été de 0m04 plus élevées que celles de 1879 et de 0m07 plus élevées que celles de 1877.

La crue a eu lieu extraordinairement tôt dans l'année, sous l'influence des grandes pluies et des chaleurs exceptionnelles de juin. Elle a atteint son maximum le 30 juin. Sans les travaux de régularisation, ce maximum aurait été atteint le 2 juillet

Les entrées moyennes du mois de juin 1889 ont atteint 661 mètres cubes par seconde.

Le maximum des apports est survenu le 15 juin avec 1330 mètres cubes par seconde.

Cette masse d'eau a causé une crue de 153 millimètres en vingt-quatre heures, la plus forte crue du siècle après celle du 2 octobre 1888 (208 millimètres).

5° La courbe *bleue pointillée* représente le niveau du Rhône en aval du bâtiment des turbines. Une échelle *(bleue)* placée à droite de la planche donne les débits moyens du Rhône en mètres par seconde rapportés au niveau du fleuve.

Il résulte de ces données sur le Rhône que son débit maximum a atteint, le 20 juin, 706 mètres cubes par seconde.

Avec l'ancien régime, le débit maximum du Rhône aurait été de 580 mètres cubes à la date du 3 juillet.

Au bas de la planche G, on peut suivre les manœuvres exécutées pour l'ouverture et la fermeture des divers barrages dans le but de maintenir le lac aux hauteurs prévues par la convention intercantonale.

Au commencement de l'année 1889, le Conseil Administratif de la Ville de Genève reçut de l'Etat de Vaud la demande d'abaisser le niveau du lac, dans le mois d'avril, en dessous des cotes des basses eaux prévues, afin de permettre l'exécution de certaines fondations sur divers points des rives du lac. La Ville de Genève a acquiescé à cette demande et la cote minima PN — 2m07 a été atteinte le 21 avril 1889. La cote normale des bases eaux est PN — 1m90.

Le 15 juin le barrage à rideaux a été fermé pendant quelques heures sur une dépêche de la municipalité de Seyssel, qui craignait une catastrophe à la suite de la crue extraordinaire de l'Arve.

La convention intercantonale concernant la régularisation du Léman s'exprime ainsi en ce qui concerne les manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge :

« L'État de Genève est chargé de l'ouverture et de la fermeture du barrage mobile et des « vannes de décharge prévus dans le projet annexé à la présente Convention.

« L'État de Genève s'engage à faire exécuter les manœuvres du barrage et des vannes de « décharge de façon à chercher à maintenir le niveau du lac entre les cotes PN — 1m30 (ZL+ « 1m70 au limnimètre normal) et PN — 1m90 (ZL + 1m10 au limnimètre normal).

« Il est admis en principe que le grand barrage mobile du bras droit sera ouvert du 1er juin au « 30 septembre et fermé partiellement ou entièrement du 1er octobre au 31 mai, suivant les « conditions spéciales du niveau du lac. Toutefois les manœuvres du barrage mobile et des vannes « de décharge formeront l'objet d'un règlement spécial, qui pourra apporter aux dispositions de « l'alinéa précédent les exceptions nécessaires pour maintenir le niveau du lac entre les cotes « PN — 1m30 et PN — 1m90. Ce règlement sera établi à l'achèvement des installations et sera « soumis à revision après une expérience de cinq ans. »

Les années 1888 et 1889 ont servi de période d'étude à l'élaboration de ce règlement. Les hautes eaux du lac commencent à devenir dommageables à la cote PN — 0m75 soit au limnimètre

normal à la cote ZL + $2^{m}25$. Il y a donc lieu de prévoir, dans le règlement à l'étude, que, le le barrage à rideaux étant nécessairement entièrement ouvert, de par la Convention, à la cote PN — $1^{m}30$, tous les autres vannages de décharge soient successivement ouverts, de façon que le pouvoir émissif atteigne son maximum à la cote PN — $0^{m}40$, soit quinze centimètres au-dessous des eaux dommageables.

C'est dans cet esprit que le projet de règlement aujourd'hui en discussion a été élaboré par la Ville de Genève.

×—×—×

CHAPITRE XXVIII

Les moteurs à domicile

Le moteur Schmid

Deux systèmes de moteurs ont été employés à Genève pour la distribution de la force hydraulique chez le consommateur, ce sont le moteur Schmid et la turbine ou roue tangentielle.

Le moteur Schmid se rattache au système des moteurs à colonne d'eau. Ce système a été seul employé de 1872 à 1886 dans l'ancien réseau à basse pression. Il présente l'avantage de servir lui-même de compteur à l'eau qu'il dépense, mais a, par contre, l'inconvénient d'avoir un débit constant, quelle que soit la force utilisée. Il est donc peu économique, aussitôt qu'il s'agit de forces importantes et variables.

Cette machine appartient par sa forme générale à la catégorie des machines motrices à piston et à cylindre oscillant; elle s'emploie partout où l'on a de l'eau sous pression, mais relativement en faible quantité.

La construction de ces moteurs est des plus simples et n'exige pas de tiroir. La distribution produite par l'oscillation du cylindre, fait communiquer tantôt l'avant, tantôt l'arrière de celui-ci avec l'arrivée, et réciproquement avec la sortie de l'eau. Les orifices d'admission et de sortie sont très grands par rapport à la section du piston, ce qui facilite le passage de l'eau; la vitesse du piston peut donc varier beaucoup sans que cela nuise à la bonne marche du moteur. L'eau n'agit pas par sa vitesse, mais par sa pression. La simplicité de construction rend ces moteurs peu coûteux et peu sujets à réparations, mais il faut éviter de se servir de l'eau sablonneuse.

La résistance du frottement dans la machine avec une pression de 30 mètres n'est que de 5 %, et l'effet utile, d'après les essais officiels faits par M. le professeur Zeuner, au Polytechnicum à Zurich, et M. le professeur Thoma, à l'École royale industrielle d'Augsbourg, est de 80 %.

Cette machine peut être employée avantageusement partout où l'on dispose d'une pression de vingt mètres au moins et de canalisations suffisantes : on peut aussi augmenter la force du moteur en profitant de la succion de l'eau sortant du moteur, pour une chute de huit mètres au plus.

La turbine avec régulateur à servo-moteur

La turbine ou roue tangentielle disposée pour hautes chutes (voir Atlas, planche 22) a remplacé presque exclusivement le moteur Schmid depuis la mise en marche des nouvelles installations à Genève quoique son rendement n'atteigne que 65 à 75 % suivant la puissance de la turbine.

La supériorité de la turbine sur le moteur à colonne d'eau résulte de deux facteurs.

a) Le débit de la turbine peut être réglé de façon à être toujours proportionnel à la force utilisée.

b) La vitesse de la turbine peut être maintenue parfaitement constante, grâce à l'invention du régulateur à servo-moteur due à M. l'ingénieur P. Piccard.

Pour que l'entreprise municipale des forces motrices pût réussir et pour qu'elle rendît à l'industrie les services qu'on en attendait, il fallait non seulement que la force distribuée revînt à meilleur marché que la force à vapeur, mais il fallait encore que les moteurs installés à domicile ne fussent en rien inférieurs aux moteurs à vapeur qu'ils étaient destinés à remplacer.

Or, justement sur un point essentiel, les moteurs hydrauliques n'avaient pu jusque là rivaliser, même de loin, avec les machines à vapeur pour le réglage automatique de la vitesse. Tandis qu'on construit couramment des moteurs à vapeur et à gaz dont la vitesse reste parfaitement constante, quelles que soient les variations d'effort qu'on leur demande, on n'avait pas réussi à obtenir pour les moteurs hydrauliques un réglage de la vitesse quelque peu satisfaisant.

Cette infériorité des moteurs hydrauliques, qui n'apparaît que comme un détail bien secondaire dans l'ensemble de la conception des forces motrices du Rhône, risquait fort, cependant, de limiter l'utilisation de celles-ci à un nombre de cas très restreint. En effet, dans la plupart des industries, il y a une extrême importance à obtenir une vitesse du moteur parfaitement constante. Les deux principales applications de la force hydraulique à Genève : la fabrication de l'horlogerie par les procédés mécaniques et l'éclairage électrique, sont justement des industries qui ne peuvent supporter aucune variation de vitesse.

Cette lacune dans le fonctionnement des moteurs hydrauliques avait attiré depuis longtemps l'attention des constructeurs de machines et, lorsque la création des forces motrices à Genève fut décidée, le problème du réglage automatique de la vitesse de ces moteurs s'est également posé aux constructeurs genevois et l'on peut affirmer, sans risquer d'être contredits, que l'honneur d'avoir donné pour la première fois une solution satisfaisante de ce problème revient à l'ingénieur d'une maison genevoise, M. P. Piccard, de la maison Weibel, Briquet et Cie.

Le mécanisme, appelé *vannage*, qui règle la quantité d'eau entrant dans un moteur hydraulique, exige toujours un grand effort pour être manœuvré. Dans les moteurs à vapeur ce n'est pas le cas, car il existe de nombreux mécanismes, faisant varier la détente, dont la manœuvre n'oppose aucune résistance à l'action du régulateur.

C'est dans cette résistance, au mouvement du vannage, que gît la difficulté du réglage des moteurs hydrauliques. Pour le faire comprendre, il suffit d'examiner de plus près l'action du régulateur sur un moteur quelconque.

Le régulateur peut agir de deux manières qui s'appellent, l'une *l'action directe*, l'autre *l'action indirecte*.

Dans l'action directe, le régulateur agit, par le moyen d'un levier, sur le vannage et, à chaque instant, la position de ce vannage correspond à une certaine position des boules du régulateur.

Dans l'action indirecte, le régulateur ne fait que provoquer l'embrayage dans un sens ou dans l'autre, d'une transmission qui prend sa force sur le moteur lui-même et qui agit à son tour, par le moyen d'une vis ou d'un engrenage, sur le vannage.

L'action indirecte peut être réalisée par des dispositifs fort différents. Au lieu de l'embrayage par engrenages coniques, le régulateur peut agir sur un robinet ou sur des soupapes, qui donnent accès à de l'eau en pression, sur l'une ou l'autre face d'un piston qui, à son tour, actionne le vannage.

Mais, quelle que soit la disposition adoptée, la transmission indirecte est toujours caractérisée par le fait que la position du vannage n'est pas liée à celle des boules du régulateur, comme c'est le cas dans la transmission directe.

Il est évident qu'avec l'action indirecte on peut faire mouvoir des vannages très résistants, puisque l'effort de manœuvre est pris directement sur le moteur et n'est point emprunté, comme dans l'action directe, à la force centrifuge des boules. Il semble donc, à première vue, que le régulateur à action indirecte, en éliminant la résistance du vannage, fournisse la solution du réglage des moteurs hydrauliques. C'est là malheureusement une erreur, qui n'a été que trop souvent partagée par de nombreux constructeurs et qui n'a conduit qu'à des mécomptes.

En effet, l'action indirecte est vicieuse en elle-même et *l'action directe peut seule procurer le réglage automatique de la vitesse.*

Pour le démontrer, il suffit de représenter graphiquement la marche d'un moteur par la courbe de sa vitesse et d'examiner le fonctionnement de la transmission indirecte.

Si l'on suppose, qu'à un moment donné on débraye une partie des machines mues par le moteur, la vitesse va s'élever brusquement, ainsi que les boules du régulateur, et l'embrayage du vannage s'établira dans le sens de la fermeture.

En suite de cette fermeture continue, il viendra un moment où la vitesse cessera d'augmenter pour commencer aussitôt après à décroître.

Au moment où la vitesse dépasse la vitesse normale, les boules sont revenues dans leur position moyenne et, à ce moment-là seulement, la fermeture du vannage cesse.

Le vannage s'est donc fermé de plus en plus, mais il est aisé de reconnaître que pendant la fin de la période, *le régulateur a agi à contre-sens.*

En effet, le fait que la vitesse du moteur a été en diminuant pendant cette période, prouve que *la force motrice était inférieure à la résistance* et qu'il aurait fallu que le régulateur eût rouvert le vannage, pour arriver à l'équilibre, au lieu de continuer à le fermer de plus en plus.

Aussi, le vannage se trouve-t il beaucoup plus fermé qu'il ne le faudrait pour avoir l'équilibre, en conséquence la vitesse va continuer à décroître au-dessous de la normale et le régulateur commencera à fermer le vannage. Mais ce qui vient de se passer pendant la première période, va se produire identiquement dans la seconde, le régulateur continuera d'ouvrir, au lieu de fermer le vannage, c'est-à-dire qu'il agira de nouveau à contre-sens. Il se produira ainsi une série d'oscillations autour de la vitesse normale. Suivant les circonstances, leur amplitude ira ou bien en diminuant, et l'on finira par atteindre l'état de régime, ou bien en augmentant, et alors le moteur sera tout à fait déréglé.

Si l'on examine la marche d'un moteur placé dans les mêmes conditions que le précédent, mais muni d'un régulateur à action directe, et si l'on suppose que le vannage se meuve sans résistance et suive tous les mouvements des boules, on voit qu'au moment où l'on débraye des outils, l'augmentation de vitesse va provoquer l'ascension des boules et par conséquent une rapide fermeture du vannage. Comme dans le cas précédent, cette fermeture provoquera un ralentissement et à la période de vitesse ascendante succèdera bientôt une période de vitesse décroissante.

Durant la période de vitesse croissante, les boules n'auront cessé de s'élever et le vannage aura été en se fermant de plus en plus ; mais, pendant la période suivante, le contraire se sera produit la vitesse diminuant, les boules auront été en s'abaissant et le vannage n'aura pas cessé de s'ouvrir, ce qui sera parfaitement correct.

Il est facile du reste de reconnaître que dans tous les cas qui peuvent se présenter, la transmission directe *ne fonctionne jamais à contre-sens*, mais bien toujours dans le sens voulu

pour ramener l'équilibre, qui se trouve ainsi rapidement atteint. Ce n'est donc qu'avec la transmission directe qu'on peut arriver à régler convenablement la vitesse d'un moteur quelconque.

La question se posait donc comme suit : Trouver le moyen d'appliquer l'action directe d'un régulateur très peu énergique à la manœuvre d'un vannage présentant une résistance quelconque.

Le problème ainsi posé a été résolu d'une façon entièrement satisfaisante par M. l'ingénieur Piccard, en intercalant, un appareil particulier, appelé par les constructeurs *servomoteur hydraulique*, à cause de son analogie lointaine avec une disposition appliquée à la vapeur par Farcot et appelée par lui servomoteur à vapeur.

Voici le principe de cet appareil :

Une pièce qu'on appelle la broche, et qui peut se mouvoir sans résistance, est suspendue au levier du régulateur. Une autre pièce est dite asservie à la broche, c'est-à-dire qu'elle est forcée de la suivre dans tous ses mouvements, mais cette pièce asservie développe, en se mouvant, un effort très grand et toujours capable de vaincre la résistance du vannage.

Le servomoteur se compose : 1° d'une pièce fixe consistant en deux cylindres de diamètres inégaux superposés.

2° D'une pièce composée de deux pistons et d'une tige qui traverse les deux fonds du double cylindre.

3° D'une broche suspendue au levier du régulateur et qui se meut dans un évidement central du double piston. Cette broche porte deux renflements circulaires qui remplissent exactement l'évidement central.

L'espace inférieur est constamment en communication par un tube, avec de l'eau en pression. Cette eau est, ou bien l'eau du bief d'amont du moteur, si la chute est suffisante, ou bien l'eau d'un réservoir élevé alimenté par une pompe.

L'espace médian est toujours en communication avec l'air extérieur.

Enfin l'espace supérieur est tantôt en communication avec l'espace inférieur, tantôt avec l'extérieur. Dans le premier cas, grâce à la différence de surface des deux pistons, ceux-ci descendent ; dans le second cas, l'eau n'agissant que contre l'un des pistons seul, la pièce dont il fait partie monte.

Il est maintenant facile de se rendre compte que cette pièce est forcée de suivre tous les mouvements de la broche.

Il est important de remarquer que la broche ne traverse aucun presse-étoupes ni aucune garniture quelconque ; elle peut ainsi obéir au moindre mouvement du régulateur sans lui opposer de résistance. Par contre le double piston qui la suit dans ses mouvements se meut sous l'action de l'eau en pression ; or la pression de l'eau peut être choisie à volonté, ainsi que la surface des pistons ; il s'en suit donc que la pièce qui les porte pourra vaincre, dans ses mouvements, une résistance aussi grande qu'on voudra.

Le mouvement de cette pièce sera transmis, par l'une de ses tiges, au vannage, et à chaque instants la position de celui-ci correspondra à la position de la broche ou, autrement dit, à la position des boules du régulateur. La transmission du mouvement des boules au vannage, quoique ayant lieu par l'intermédiaire du servomoteur, présente donc tous les caractères de la transmission directe simple.

Ce servomoteur a été appliqué depuis trois années à une centaine de turbines, dont la plupart fonctionnent à Genève.

CHAPITRE XXIX

L'éclairage électrique

Le développement de l'éclairage électrique à Genève devait nécessairement résulter de l'installation des forces motrices du Rhône, mais des circonstances spéciales, dépendant du monopole accordé à la *Compagnie genevoise d'éclairage et de chauffage par le gaz*, pouvaient en compromettre la rapide introduction.

Ce fut en avril 1843 que le Conseil municipal vota en principe l'éclairage au gaz de la Ville de Genève, autorisant le Conseil administratif de traiter avec une compagnie qui se chargerait d'éclairer la Ville dans tout le parcours des rues.

Le traité ne devait être définitif qu'après ratification du Conseil municipal.

En septembre 1843, le Conseil administratif présenta au Conseil municipal un projet de convention avec la Compagnie actuelle d'éclairage au gaz. Ce projet fut vivement discuté dans plusieurs séances consécutives du Conseil municipal.

La lecture de cette discussion prouve que le Conseil municipal d'alors était vivement préoccupé de l'idée de ne pas exclure toute amélioration future dans le système d'éclairage. Le privilège d'éclairer au gaz était proposé pour vingt ans. L'article 21 du cahier des charges prévoyait qu'il serait traité de gré à gré pour les améliorations.

Le traité de 1843 fut remplacé par la convention du 16 juin 1856 qui, aujourd'hui encore, régit les rapports de la Ville avec la Compagnie du Gaz.

L'article 1er de cette convention est ainsi conçu :

« La Commune de Genève concède aux clauses, charges et conditions ci-après à la *Société* « *genevoise d'éclairage au gaz de la Ville de Genève*, le droit exclusif de conserver et d'établir des « tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage et de chauffage sous les voies publiques commu- « nales qui existent dans tout le territoire de la Commune, tel qu'il est déterminé par les lois et « arrêtés en vigueur.

« Toutefois, ce droit d'exclusion en faveur de la Société ne peut s'appliquer à des tuyaux « qui ne fourniraient pas du gaz d'éclairage dans l'intérieur de ce périmètre. »

Les autres articles, qui pouvaient, au dire de la Compagnie du Gaz, atténuer cette définition du monopole, restreint aux seuls tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage et de chauffage, étaient les articles 14 et 17, ainsi conçus :

Art. 14 — « Pendant toute la durée de la concession, l'Administration municipale aura le « droit d'autoriser dans le territoire de la Commune, des essais d'éclairage et de chauffage par « tous les systèmes qui pourront se produire, dans les limites de trois cents mètres de longueur « et de douze mois de durée pour chaque essai, sans que l'exercice de ce droit puisse donner « lieu à aucune indemnité en faveur de la Société.

ART. 17. — « En cas de découverte de nouveaux systèmes d'éclairage autres que le gaz, « systèmes présentant pour l'exploitation des garanties de bénéfices au moins égales à celui de « l'éclairage par le gaz, l'Administration municipale a le droit d'imposer à la Société l'application « générale de chaque nouveau système, et s'il y a lieu, de réduire proportionnellement les prix « de l'éclairage public et particulier.

« Ces réductions de prix ne seront applicables que tous les trois ans, à compter du pre- « mier janvier 1857 »

C'est en se fondant sur ces deux articles que la Compagnie du gaz soutenait la thèse qu'elle seule pouvait faire de l'éclairage dans la Ville de Genève en usant du sol public.

Il y avait lieu d'examiner si cette manière de voir ne pouvait pas sérieusement se discuter et si la convention du 16 juin 1856 intervenue entre le Conseil administratif de la Ville de Genève et la Compagnie du gaz constituait au profit de cette dernière un droit exclusif d'exploiter tout système quelconque d'éclairage dans la commune de Genève.

L'article 1er de la convention du 16 juin 1856 constituait un monopole et un privilège au profit de la Compagnie du gaz, en concédant à cette dernière le droit exclusif de conserver et d'établir des tuyaux à gaz d'éclairage sous les voies publiques communales de la Ville de Genève.

Ce monopole au profit de la Compagnie du gaz apparaissait comme une sorte d'aliénation partielle du domaine public, et, à ce point de vue, en lui supposant une valeur incontestable, cette atteinte portée à l'aliénation du domaine public devait être restreinte étroitement dans les termes de la convention.

Comme tous les monopoles et privilèges, ce droit exclusif constituait une exception au droit commun.

En conséquence, cette exception, non seulement n'était pas susceptible d'extension, mais encore était bornée strictement dans les limites de la dite convention, qui étaient de deux sortes :

1° Ce droit exclusif ne s'appliquait qu'au sous-sol des voies publiques communales.

2° Ce droit exclusif ne pouvait s'appliquer qu'aux tuyaux pour la conduite du gaz d'éclairage et de chauffage.

En conséquence, le monopole de la Compagnie du gaz ne pouvait s'appliquer à l'établissement et à la conservation de tuyaux qui n'auraient pas eu pour objet la conduite du gaz d'éclairage proprement dit, ce qui était expressément spécifié dans le deuxième alinéa de l'art. 1.

En ce qui concerne l'art. 14, il y avait lieu d'observer que cet article ne constituait pas au profit de la Compagnie du gaz un monopole exclusif d'exploitation de tout système quelconque, dans la commune de Genève.

La convention du 16 juin 1856 avait été calquée sur d'autres traités intervenus entre différentes villes et diverses compagnies d'éclairage par le gaz et notamment sur le traité intervenu entre la ville de Paris et la Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz du 23 juillet 1855.

Ce dernier a été revisé le 25 janvier 1861 et le 7 février 1870.

Dans ce traité revisé le 7 février 1870, on lit :

a) Le droit exclusif de la Compagnie d'établir des tuyaux pour la conduite du gaz.

(Traité parisien, art. 1, identique à la convention genevoise, art. 1er.

b) Le droit de la Ville d'autoriser des essais.

(Traité parisien, art. 4, identique à la convention genevoise, art 14).

Or, les contractants français, dans leur traité originel du 23 juillet 1855, qui avait servi de type à la convention genevoise du 16 juin 1856, n'avaient jamais eu en vue que l'éclairage par le gaz et par tout système alors existant ou ultérieur de fabrication du gaz

Cela était si vrai que, dans ce même traité, révisé le 7 février 1870, on lisait article 18, dernier alinéa, la disposition complémentaire suivante qui y fut ajoutée :

En cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que l'éclairage par le gaz, l'administration se réserve le droit de concéder toute autorisation nécessaire pour l'établissement d'un nouveau système d'éclairage, sans être tenue à aucune autorisation envers la société nouvelle.

L'art 14 et la clause que l'on vient de lire pouvant exister parallèlement dans le même cahier des charges, l'art 14 n'impliquait donc pas l'idée du monopole de l'éclairage.

Un monopole, véritable exception au droit commun, ne pouvait résulter que d'un texte exprès et spécial et n'aurait jamais su résulter implicitement d'une déduction plus ou moins vague, tirée d'un article quelconque d'une convention.

Dans l'opinion du Conseil administratif, les art. 14 et 17 devaient se comprendre dans ce sens : 1° que pendant toute la durée de la concession, la Ville aurait le droit d'autoriser des essais de chauffage et d'éclairage par toute espèce de système et « même par des tuyaux de gaz d'éclairage » en dérogation aux droits de la Compagnie ; 2° qu'en cas de découverte de nouveaux systèmes d'éclairage à meilleur marché que le gaz, l'administration municipale aurait le droit d'obliger la Compagnie à les appliquer elle-même. Mais ces deux articles stipulaient les droits de l'autorité municipale vis-à-vis de la Compagnie, aucun des deux n'indiquait que la Compagnie avait le droit d'empêcher la Ville de s'éclairer par tout système autre que le gaz d'éclairage.

Ces différents points établis, voici les phases par lesquelles a passé depuis quelques années la discussion de l'autorité municipale avec la Compagnie du gaz au sujet de l'éclairage électrique.

Ce fut en automne 1882, alors que la concession des forces motrices du Rhône venait d'être accordée à la Ville, et que celle-ci devait se préoccuper de l'utilisation de ces forces, que le Conseil administratif commença à se préoccuper sérieusement de la question de l'éclairage électrique. Voici l'extrait des registres du Conseil administratif du 26 décembre 1882.

« Une des sources du revenu que l'utilisation des eaux du Rhône produira pour la Ville « sortira des concessions de force motrice pour l'éclairage électrique. D'autre part, le privilège « de la Compagnie du gaz doit expirer dans douze ans, et son entreprise reviendra alors à la « Ville. C'est donc en quelque sorte à elle-même que la Ville ferait concurrence et porterait « préjudice en entrant en lutte avec la Compagnie du gaz pour arriver à substituer l'éclairage « électrique à l'éclairage au gaz. Dans ces conditions, M. Turrettini estime qu'il serait préférable « de s'entendre dès maintenant avec la Compagnie du gaz, et il soumet au Conseil, pour servir « de base aux négociations éventuelles, l'esquisse d'un projet de traité qui aurait pour but de « faire entrer la Ville en partage des bénéfices de la Compagnie du gaz moyennant une prolon- « gation du privilège de cette dernière. »

Après une première délibération sur ce projet, le Conseil administratif chargea M. Turrettini de continuer l'étude de la question.

A la suite de cette décision, des négociations furent entamées avec les représentants de la Compagnie du gaz.

Voici en résumé quel était le projet proposé par le Conseil administratif.

Le monopole de la Compagnie du gaz était prolongé de 15 ans, pour expirer en 1910 au lieu de 1895. Comme contre-partie de cette prolongation de monopole, la Compagnie du gaz intéressait la Ville dans son exploitation, en lui remettant un nombre d'actions égal au capital de la somme dont était réduit annuellement l'amortissement de la Compagnie, amortissement calculé non sur la valeur nominale des actions, mais sur le remboursement à la fin de la conces-

sion, au cours du jour, des dites actions On pouvait évaluer à fr. 300,000 la somme annuelle que la Ville aurait tirée de cet arrangement, au lieu de fr. 30,000 de redevance que la Compagnie du gaz paie maintenant.

D'autre part, la Compagnie du gaz se serait engagée à éclairer à l'électricité les particuliers et la Ville partout où la demande aurait été suffisante pour permettre une installation. La Compagnie du gaz était libre d'établir pour l'éclairage électrique des tarifs supérieurs à ceux du gaz.

Les représentants de la Compagnie du gaz, après en avoir référé à leur Conseil d'administration, revinrent avec des propositions qui parurent inacceptables au Conseil administratif.

La Compagnie du gaz n'était pas favorable à une association proprement dite avec la Ville, afin de ne pas donner à l'Administration municipale le droit de s'immiscer dans la gestion intérieure de la Compagnie, Elle préférait augmenter la redevance fixe payée par elle à la Ville et la portait de fr. 30,000 à 150,000. La raison donnée pour réduire à ce chiffre la future redevance annuelle était que la Compagnie du gaz allait incessamment abaisser de 35 centimes à 30 centimes le prix du mètre cube de gaz pour les particuliers, ce qui amènerait une diminution de recette d'environ fr. 150,000.

Comme contre-partie de la concession que proposait la Compagnie, son privilège devait être prolongé de 15 ans, c'est-à-dire que le terme en aurait été reporté au 31 décembre 1910.

Enfin l'article 17 du cahier des charges de la Compagnie aurait été modifié en ce sens qu'en cas de découverte d'un nouveau système d'éclairage autre que le gaz, la Compagnie du gaz n'aurait pu être tenue à l'application du nouveau système que dans le cas où une nouvelle Compagnie concurrente se serait présentée pour l'exploiter, et de préférence à cette dernière.

Aucune réponse n'était donnée sur la question de l'éclairage électrique.

Après avoir délibéré sur cette réponse, le Conseil administratif chargea son délégué d'insister auprès des représentants de la Compagnie pour que la Ville fût intéressée au développement de celle-ci par une part proportionnelle du bénéfice, au lieu d'une redevance fixe.

En outre, il ne paraissait pas équitable que la réduction du prix du gaz que se proposait de faire la Compagnie eût pour conséqence de réduire la part de la Ville d'une somme égale à la réduction probable de recette, car il était plus que probable aussi que la réduction du prix du gaz amènerait une augmentation de consommation au moins proportionnelle, de sorte que les bénéfices de la Compagnie se trouveraient très rapidement égaux ou même supérieurs aux bénéfices antérieurs.

La manière de voir du Conseil administratif fut exposée aux représentants de la Compagnie, qui déclarèrent devoir en référer à leur Conseil d'administration. Depuis lors la Ville ne reçut plus aucune communication de la Compagnie du gaz, relativement à ses réclamations, et les négociations se trouvèrent ainsi virtuellement rompues.

Ceci se passait au mois d'avril 1883.

Le 8 mai de la même année, le Conseil administratif recevait de la *Société d'appareillage électrique* la demande d'établir des câbles électriques pour éclairer en premier lieu le Grand Quai, la rue du Rhône et les rues Basses, ainsi que la demande d'une force de 50 chevaux pour actionner les machines électriques destinées à cet éclairage.

Il fut écrit à cette Société qu'il ne pouvait lui être répondu avant que la Ville eût examiné dans quelles conditions cette concession pourrait lui être accordée.

A la suite d'une recharge de la Société d'appareillage, le Conseil administratif écrivit le 29 août 1883 pour informer la Compagnie du gaz de la demande qu'il avait reçue et lui demander ses propositions.

La Compagnie genevoise du gaz déclara préférer s'abstenir de tout essai d'éclairage électrique. Elle entendait demeurer au bénéfice des dispositions de sa concession du 1er avril 1856 et notamment des articles 14 et 17 qui, suivant elle, déterminait l'importance des essais qui pouvaient être autorisés par la Ville, leur durée et le mode d'estimation des bénéfices pouvant résulter de cet éclairage.

Elle faisait à ce sujet toutes expresses réserves, déclarant ne vouloir renoncer à aucun des droits qu'elle estimait résulter pour elle des clauses de son traité de concession.

A la suite de cette réponse, le Conseil Administratif décida de prendre les mesures nécessaires pour amener la Compagnie du gaz à faire valoir ses droits au monopole absolu de l'éclairage de la Ville de Genève.

A cet effet, il autorisa, en date du 5 octobre 1883, la Société d'appareillage à poser un fil souterrain dans une des rues de la Ville, et cela sans limiter la durée de cette autorisation, et décida de prendre, le cas échéant, à sa charge les frais du procès que pourrait faire la Compagnie du gaz, afin de ne donner aucun droit à la Société d'appareillage électrique, et le 5 novembre il écrivait à la Compagnie du gaz, en date du 5 novembre 1883, pour l'avertir qu'il autorisait la Société d'appareillage électrique, à poser des câbles et mettait en demeure la Compagnie du gaz de faire valoir ses droits.

Après une longue correspondance, qui suivit cette mise en demeure, au mois de février 1884, la Compagnie du gaz, par l'organe de l'un de ses administrateurs, déclara être prête à ne pas se prévaloir du monopole auquel elle croyait avoir droit et à ne pas faire opposition à une concession qui serait accordée à la Société d'appareillage électrique, si cette concession était accordée à titre d'essai et pour une durée et un périmètre limités.

Dans sa séance du 15 février 1884, le Conseil Administratif, estimant qu'il y avait intérêt pour la Ville à faire trancher définitivement la question de principe, afin de savoir si elle-même aurait le droit, lorsque les circonstances le permettraient, d'organiser pour son propre compte une entreprise d'éclairage électrique, décida de ne pas donner la main à un compromis qui pourrait paraître une reconnaissance implicite des prétentions de la Compagnie du gaz.

Les choses en étaient là, lorsque, dans les premiers jours de mai 1884, la Société d'appareillage électrique adressa au Conseil Administratif une demande tendant à obtenir, jusqu'au 31 décembre 1895, le droit exclusif de pose et d'entretien, dans toutes les voies publiques de la Ville de Genève, de conducteurs aériens ou souterrains destinés à la transmission de l'électricité. A cette demande de concession était joint un projet de convention réglant les conditions de ce monopole. Enfin, et accessoirement, c'est-à-dire jusqu'au moment où la concession lui aurait été accordée après les formalités requises, la Société d'appareillage électrique demandait d'être autorisée à établir des fils aériens pour la transmission de l'électricité sur une longueur de plus de 300 mètres, offrant de relever la Ville de toute recherche de la part de la Compagnie du gaz, à teneur de la concession de cette dernière

Après en avoir délibéré, le Conseil Administratif estima que l'offre faite par la Société d'appareillage électrique, de relever et garantir la Ville de toute réclamation de la part de la Compagnie du gaz, ne saurait être considérée comme l'équivalent des avantages qu'elle obtiendrait par la concesion qui faisait l'objet de sa demande, et qu'il ne convenait donc pas à la Ville de lui aliéner le monopole en question en retour de ce simple engagement. Le Conseil Administratif décida en conséquence, de répondre à la Société d'appareillage électrique dans les termes suivants :

Le Conseil Administratif était disposé à lui accorder sa dernière demande, c'est-à-dire

l'autorisation de poser dans les rues de la Ville des fils aériens pour la transmission de l'électricité sur une longueur de plus de 300 mètres. Cette concession serait faite à titre précaire, et serait toujours révocable

La Ville préférait répondre directement aux réclamations que la Compagnie du gaz pourrait élever contre l'autorisation donnée à la Société d'appareillage électrique.

Quant à la concession qui faisait l'objet principal de la demande, le Conseil Administratif en ajournait la discussion jusqu'après l'essai provisoire qu'allait tenter la dite société, afin d'être mieux renseigné sur les résultats qu'obtiendrait le nouveau système d'éclairage au moyen de l'électricité.

Enfin, sur la demande de la Société d'appareillage, le service des eaux était chargé de prendre avec elle les arrangements nécessaires pour son installation dans une partie de la machine hydraulique et pour la fourniture de la force motrice.

L'installation de l'éclairage électrique sur une longueur de plus de 300 mètres fut faite par la Société d'appareillage électrique à la suite de l'autorisation donnée par la Ville. Cette première installation ne pouvait être que très modeste, vu que la Ville ne pouvait alors mettre à la disposition de la Société qu'une force de 12 chevaux, et cela à un prix trop élevé. L'éclairage électrique fonctionna d'une manière régulière pendant près d'une année, mais vu le prix élevé de la force motrice fournie par la Ville, la Société d'appareillage électrique préféra attendre l'établissement des forces motrices du Rhône, qui lui permettrait d'avoir la force à un prix cinq fois plus réduit, avant de recommencer dans une plus grande proportion l'éclairage partiel de la ville.

Dès le mois de juin 1886, la Ville distribuait la force motrice avec les nouvelles turbines; aussi, bientôt, la Société d'appareillage formula sa demande de concession, et il en est résulté après de longues négociations, le cahier des charges qui, avec quelques légères modifications, fut définitivement adopté par le Conseil municipal.

La Ville ne devait à aucun prix se faire concurrence à elle-même à courte échéance en obligeant la Compagnie du gaz à lutter contre une concurrence par une baisse de ses prix.

Dans le but d'éviter cet inconvénient, le cahier des charges imposait à la Société concessionnaire de l'éclairage électrique un tarif supérieur à celui du gaz pour la même quantité de lumière.

En effet, si la Ville avait admis des tarifs inférieurs, non seulement elle aurait porté un préjudice à la Compagnie du gaz et par ricochet à elle-même, mais aussi elle aurait admis le principe que l'électricité était meilleur marché que le gaz, ce qui aurait amené à propos de l'art. 17 une nouvelle discussion sur l'opportunité d'imposer à la Compagnie du gaz la transformation de son système d'éclairage.

Loin de prétendre que la lumière électrique à incandescence était meilleur marché que le gaz, la Ville considérait que, dans l'état actuel des choses, ce système d'éclairage était un éclairage de luxe et devait être payé en conséquence. Elle ne voulait donc pas se prévaloir de l'art. 17 de la convention pour obliger la Compagnie à modifier son système actuel. De son côté, la Compagnie, à laquelle l'on ne demandait rien, ne pouvait pas, dans l'esprit du Conseil Administratif, s'opposer à l'emploi d'un système d'éclairage de luxe reconnu plus cher que son système à elle, mais qui ne touchait pas à son monopole qui était la pose de tuyaux de gaz d'éclairage et de chauffage dans la commune de Genève.

Ce fut dans la séance du 28 octobre 1886, que le Conseil Administratif présenta au Conseil municipal par l'organe de M. Turrettini le rapport à l'appui d'un projet d'arrêté portant approbation du cahier des charges passé avec la Société d'appareillage électrique.

Le cahier des charges fut adopté par le Conseil municipal avec quelques légères modifications, et devint définitif le 13 mai 1887. (Voir Annexe XI).

La concession ne devait avoir qu'une durée de neuf années pour expirer en même temps que celle de la Compagnie du gaz.

La Société concessionnaire était tenue d'employer la force fournie par la Ville.

La station centrale d'éclairage devait être placée dans les locaux de l'ancienne machine hydraulique, sur le pont de la Machine.

La Compagnie du gaz, après une tentative de conciliation qui ne put aboutir, intenta à la Ville un procès devant le Tribunal civil de Genève, pour se faire exonérer de la redevance de Fr. 30,000 que, par son cahier des charges elle payait annuellement à la Ville.

Le Tribunal, rendant son jugement le 7 juillet 1888, débouta la Compagnie du gaz purement et simplement de toutes ses conclusions et la condamna aux dépens.

La Compagnie du gaz interjeta appel de ce jugement, qui fut confirmé le 4 mars 1889 par la Cour d'appel. Me Gentet représentait la Ville, et Me Desgouttes, la Compagnie du gaz.

Pendant que la question se débattait devant les Tribunaux, la Société d'appareillage électrique avait procédé à ses installations dans les locaux de l'ancienne machine mis à sa disposition par la Ville. L'installation actuelle se compose :

1° De trois turbines de 200 chevaux de la maison Weibel-Briquet, actionnant chacune deux dynamos de 100 chevaux du système Thury, fournis par la maison Cuenod, Sautter et Cie de Genève (voir Atlas, Planche 22).

2° D'une turbine de 25 chevaux actionnant deux dynamos des mêmes constructeurs.

Le système de distribution est le système Edison à trois conducteurs.

L'installation a commencé à fonctionner en février 1888.

En juillet 1888, la Société d'appareillage électrique a été chargée par la Ville d'éclairer le Théâtre avec deux mille cinq cents lampes, au prix de Fr. 0,055 l'ampère-heure à 100 volts.

Au 31 décembre 1889 le nombre total des lampes installées par la Société s'élevait à environ à cinq mille lampes.

La Société a consommé en 1889 1,120,000 mètres cubes d'eau, au prix de deux centimes le mètre cube, suivant le cahier des charges.



CHAPITRE XXX

Les résultats industriels des travaux du Rhône et le système de transmission hydraulique

Le tableau XX donne la répartition au 31 décembre 1889 de la force hydraulique dans la Ville de Genève et sa banlieue et la Planche 1 de l'Atlas montre graphiquement cette répartition, ainsi que le réseau de distribution à haute et basse pression.

Cette Planche montre mieux que toute explication combien la pression hydraulique se plie facilement à la distribution de force dans tous les quartiers d'une ville.

Le tableau XX indique que le service des eaux alimente, au 31 décembre 1889, 216 moteurs représentant une force totale de 1,564 chevaux, dont 137 moteurs avec 280 chevaux sur l'ancien réseau à haute pression, et 79 moteurs avec 1,284 chevaux sur le réseau à haute pression. Ces moteurs varient depuis la force de 6 kilogrammètres jusqu'à 200 chevaux, l'usine électrique qui possède 625 chevaux, ayant réparti cette force en trois turbines de 200 chevaux et une de 25.

Quatre-vingt-deux genres d'industries différentes utilisent la force du Rhône, et le nombre des usines ou ateliers divers qui sont actionnés par la transmission hydraulique est de 214.

En outre, au 1er avril 1890, l'Administration municipale est en pourparlers pour la fourniture de 200 chevaux environ, qui devront être distribués avant la fin de 1890.

Le tableau XXI donne le développement de la vente de la force motrice comparativement à la vente de l'eau de 1871 à 1889. Il est intéressant de voir que le pour cent de la recette résultant de la vente de la force motrice n'est en 1889 que le 36.9 % de la recette totale.

On peut en conclure que si *la qualité parfaitement pure de l'eau de Genève n'avait pas permis d'employer la même eau aussi bien pour les services de force motrice que pour les services d'eau ménagère, l'entreprise de la transmission de la force seule eût été une mauvaise affaire.*

Car il est évident que les recettes de la transmission de force seraient loin de suffire aux frais d'entretien et d'amortissement des installations.

L'emploi du système de transmission hydraulique peut donc être considéré comme la véritable cause du succès des installations de Genève, cause qui, comme on le voit, tient à la qualité de l'eau, par conséquent à une circonstance locale.

L'emploi du système hydraulique a été vivement critiqué dans le sein du Conseil municipal et dans la presse, et la commission du Conseil municipal nommée en 1888 pour examiner les comptes des travaux du Rhône, étant composée en majeure partie d'adversaires du système employé, proposa au Conseil municipal de soumettre à des experts la question suivante :

Quelle est l'opinion des experts sur le mode de transnission à établir pour obtenir la force le meilleur marché possible?

Le Conseil administratif, pour préciser davantage la question, l'avait développée en sous-questions qui sont indiquées plus loin.

Les experts choisis étaient M. le Dr A. Bürkli-Ziegler, ancien ingénieur en chef de la ville de Zurich, qui avait dirigé l'exécution des installations hydrauliques de cette ville, M. le prof. F. Amsler-Laffon, de Schaffhouse, administrateur de la Société hydraulique de Schaffhouse, et M. le prof. Hagenbach-Bischoff qui a fait une étude spéciale de la transmission électrique et avait été expert pour étudier le rendement de la première transmission importante de force électrique exécutée en Suisse entre Kriegstetten et Soleure.

Le rapport des experts sur cette question fut déposé le 23 mars 1889. Il est intéressant de le reproduire :

Question de la Commission du Conseil municipal

« *Quelle est l'opinion des experts sur le mode de transmission à établir pour obtenir la force le meilleur marché possible ?*

« Nous nous tiendrons naturellement, dans notre réponse, aux questions spéciales du Conseil Administratif, savoir :

« A. *Le système de transmission hydraulique de la force était-il le plus rationnel à adopter au moment où les travaux du Rhône ont été décidés, étant donnée la situation industrielle de la Ville de Genève?*

« Reportons-nous à l'époque où le projet des forces motrices fut arrêté, c'est-à-dire aux mois de mai et juin 1883.

« Dans sa brochure sur l'Utilisation de la force hydraulique du Rhône, M. G. Ritter avait déclaré, en 1876, le système de transmission de force par câble comme « le système qui, en l'état « actuel de la science et des expériences faites, est certainement le plus favorablement applicable « pour la majeure partie de la force hydraulique à créer sur le Rhône » (Règlementation du niveau du lac Léman et Utilisation des forces motrices du Rhône à Genève, par G. Ritter, page 19).

« En 1883, contrairement à cette manière de voir, la Commission chargée de l'examen des projets présentés, et composée de MM. G. Bridel, E. Meunier et G. Weith, émit l'opinion suivante : « De l'examen des projets, il résulte surtout que le problème essentiel à résoudre con- « siste à établir de la manière la plus rationnelle possible les machines à élever l'eau. En effet, « la distribution de force motrice par câble télo-dynamique se bornera très probablement à une « faible force, à laquelle une seule turbine suffira, d'ici longtemps au moins.»

« Après avoir examiné la question du développement de l'*éclairage électrique*, cette même Commission concluait ainsi : « Le moyen le plus rationnel d'alimentation des appareils d'éclairage « serait d'avoir, à proximité de ceux-ci, des machines électriques qu'on devra nécessairement « actionner par des turbines fonctionnant sous la pression de la distribution d'eau. Par consé- « quent, le service de l'éclairage électrique est, tout d'abord, un service de distribution d'eau. »

« Ainsi, il nous paraît bien établi que l'usine des forces du Rhône, doit être une usine à élever « l'eau. »

« On ne parlait pas alors bien sérieusement de la transmission de force par l'électricité qui était encore à sa période d'essai, et l'extension prise depuis lors par ce moyen de transmission n'aurait probablement pas amené à modifier cette manière de voir.

« Notre Commission adhère, sans réserve, aujourd'hui encore, à l'opinion émise à cette époque et vient en conséquence répondre affirmativement à la question A : *La transmission de*

force par pression hydraulique était alors sans aucun doute, à l'exclusion de toute autre, le système le plus rationnel.

« Examinons les différents systèmes de transmission de force et les résultats qu'on en a obtenus. En présence des difficultés que le système, excellent en théorie, de transmission de force par l'air comprimé offre en pratique, — difficultés qui en ont réduit l'application à un nombre restreint de cas, — le système de transmission par câble fut salué comme un moyen heureux de transporter des forces plus ou moins grandes à des distances considérables. Les installations de Schaffhouse en furent une application admirée de toutes parts et, d'après les données de la théorie, on se promit des résultats tout-à-fait favorables.

« Ces installations furent suivies de celles de Bellegarde et de Fribourg, puis du projet Ritter pour Genève.

« L'installation des forces motrices de Zurich, date de dix ans environ. Afin de laisser libre choix aux consommateurs, on adopta alors, pour transporter la force de l'usine hydraulique située sur la rive droite de la Limmat au quartier industriel projeté sur la rive gauche, en partie le système de transmission par câble, qui passait, à cette époque encore, pour le meilleur, en partie celui par pression hydraulique que de nombreux adversaires attaquaient alors comme absolument irrationnel.

« La transmission par câble fut mise immédiatement en œuvre pour le moulin de la Ville situé à 500 mètres environ en aval de l'Usine hydraulique et pour trois autres usines; en outre, tout fut installé en vue d'une extension illimitée de ce moyen de transmission dans le nouveau quartier.

« D'autre part, des canalisations hydrauliques furent établies dans tout ce quartier pour la distribution de fractions quelconques de force par l'eau sous une pression d'environ 150 mètres. Un règlement enfin fut élaboré, aussi bien pour la transmission par câble que pour la transmission hydraulique.

« Or, voici ce qui est arrivé durant ces dix années. En dehors des trois usines mentionnées plus haut, aucune nouvelle industrie n'est venue s'établir sur le réseau des câbles. A cette heure encore les supports destinés à porter les câbles qui devaient donner la force dans des établissements nouveaux sont inoccupés. Tous les consommateurs de force qui s'installèrent, en nombre inférieur à celui qu'on avait espéré, dans des constructions nouvelles ou anciennes, réclamèrent la transmission par pression hydraulique comme répondant le mieux aux besoins variables de force.

« Bien plus! Non seulement le nombre des consommateurs de force transmise par câble n'a pas augmenté, mais l'opinion à l'égard de ce dernier système s'est tellement modifiée que, lors de la mise en soumission de la force encore disponible pour l'éclairage électrique, on a proposé l'abandon du système de transmission par câble et son remplacement par la transmission électrique

« La question de supériorité de la transmission par pression hydraulique a donc été tranchée à Zurich, par les consommateurs eux-mêmes, qui avaient libre choix entre les deux systèmes.

« A Schaffhouse aussi, l'expérience a donné de précieux enseignements sur la transmission par câble. Il a été reconnu qu'on ne peut sans inconvénient faire transporter, par un seul et même câble, une force de plus de 100 chevaux environ. Pour des forces supérieures, le nombre des câbles doit être augmenté de façon qu'ils puissent travailler indépendamment les uns des autres, ce qui complique d'autant les installations. Veut-on faire transporter une force plus grande par un seul câble, comme cela se pratique à Schaffhouse, ce câble devient alors trop lourd; il exerce sur le revêtement des poulies une pression trop énergique et, par les temps de plui et de gel.

il tend à glisser. De là des irrégularités dans le service, dont ne sauraient s'accomoder des travaux de précision, tels que ceux de l'industrie de Genève.

« C'est pourquoi, à Schaffhouse aussi, on se propose de substituer, le plus tôt possible, au système actuel de transmission par câble, celui par l'électricité adopté déjà dans la partie nouvelle des installations qui sont en cours d'exécution.

« On ne saurait, du reste, contester que la transmission par câble ne donne, en pratique aussi bien qu'en théorie, lorsqu'elle peut se faire simplement en ligne droite, un effet utile supérieur à celui de la transmission hydraulique qui n'est que de 50 °/₀ environ. Cette dernière, en revanche, possède le précieux avantage d'une distribution facile dans tous les locaux et permet de se plier à tout espèce d'emploi.

« La transmission par câble se recommande, il est vrai, par préférence à la transmission hydraulique lorsque le point de départ de la force est à une altitude telle que la pression hydraulique ne suffise plus pour actionner les moteurs hydrauliques ou ne puisse plus être employée avec avantage. Tel est le cas, par exemple, de Fribourg, où certains points élevés peuvent être desservis encore avec avantage par la transmission par câble, tandis que la transmission hydraulique ne donnerait que très peu d'effet utile. Mais, il n'existe pas de points semblables dans le voisinage des turbines à Genève, et, pour les points éloignés, qui sont trop élevés pour la transmission hydraulique, on ne saurait recommander aujourd'hui que la transmission électrique.

« De grandes industries centralisées pourront, dans des conditions favorables, trouver leur avantage dans la transmission par câble, mais, les petites industries, — et c'est à cette catégorie surtout qu'appartient l'industrie genevoise, — donneront, avec raison, leur préférence à la pression hydraulique. L'industrie, à Genève, est disséminée sur tout le territoire; elle s'est développée de tous côtés et ne voudra pas se laisser concentrer sur quelques points déterminés.

« Nous renouvelons donc notre réponse à la question A, et disons *de la manière la plus catégorique que le système de transmission de force par pression hydraulique était, au moment de l'installation des Forces motrices, le plus rationnel à l'exclusion de tout autre.*

« B) Y aurait-il avantage à substituer au système hydraulique le système de transmission par câble, tel qu'il était prévu dans le projet de M. l'ingénieur Ritter ?

« La réponse à cette question se trouve déjà dans notre réponse à la question précédente. Pour l'industrie genevoise, *la transmission hydraulique* offre *aujourd'hui encore*, partout où les conditions de distance et d'altitude en permettent l'emploi rationnel, *des avantages plus nombreux que la transmission par câble.* L'infériorité de son effet utile ne saurait entrer en considération en présence de l'excédent de force disponible; aussi n'y a-t-il aucune raison *de substituer le système du câble à celui de la pression hydraulique.*

« C) Y aurait-il lieu, actuellement, d'établir la transmission par câble pour un quartier industriel?

« Les expériences faites à Schaffhouse et à Zurich répondent à cette question. Elles nous montrent que, même dans les cas où il s'agit d'un quartier exclusivement industriel et de l'établissement de nouvelles constructions, l'avantage offert par la transmission hydraulique de pouvoir être distribuée facilement et de se plier à tous les besoins de la consommation momentanée est si grand, qu'il prime incontestablement celui qui résulte de l'effet utile un peu plus élevé de la transmission par câble.

« Dans le cas tout spécial où des industries importantes exigeant une force presque constante

et pouvant profiter de cet excédent de rendement, viendraient à s'établir dans le quartier industriel et consentiraient à prendre à leur charge les risques de la transmission par câble et les frais d'entretien, il serait facile d'établir ce système de transmission en installant une nouvelle turbine. Cette installation, en tout cas, ne devrait se faire qu'en présence d'une demande de consommation constante de force et sous les conditions indiquées plus haut.

« Si, à Zurich, il a pu paraître convenable, il y a dix ans, de mettre au service des industriels la force transmise par câble à côté de la force transmise par pression hydraulique, l'expérience acquise depuis lors ne le permet plus aujourd'hui. *L'installation d'une ligne de transmission par câble ne saurait se justifier que par une demande ferme appuyée de garanties.*

« *D) Etant donné le progrès actuel de la transmission de force par l'électricité, y a-t-il lieu de prévoir, à courte échéance, l'emploi de ce système à côté de la transmission hydraulique?*

« Les conditions réciproques des deux systèmes de transmission, par pression hydraulique ou par l'électricité, ont changé du tout au tout depuis 1883.

« A cette époque la transmission hydraulique était seule employée pour la distribution de force en petites quantités. La transmission électrique n'existait guère qu'en théorie; mais, depuis lors, elle est entrée dans la pratique en concurrence avec la transmission hydraulique.

« La transmission électrique offre les mêmes avantages que la transmission hydraulique: facilité de distribution et aisance à se plier aux besoins de la consommation momentanée. Elle possède, de plus, le précieux avantage d'être indépendante des conditions d'altitude et de pouvoir être installée dans les étages supérieurs et les quartiers les plus élevés, aussi favorablement que dans les parties les plus basses.

« On peut même s'attendre, d'un jour à l'autre, à de nouveaux perfectionnements, qui feront apprécier mieux encore l'excellence de ce mode de transmission.

« *On ne saurait donc douter que la transmission par l'électricité ne soit appelée à s'établir à côté de la transmission hydraulique et à la supplanter même à plus d'un égard.*

« *Le sentiment de notre Commission est que les travaux du Rhône ont été exécutés, dans leur ensemble, d'une manière tout à fait rationnelle, et elle approuve également les ouvrages complémentaires qui sont venus s'y joindre peu à peu.*

« Nous aurions hésité, il est vrai, à mettre en activité les installations de distribution de l'eau à haute pression et la transmission de force en fractions considérables comme cela a été fait, c'est-à-dire sans réservoir comme agent régulateur, mais uniquement avec des réservoirs à air et des soupapes de sûreté. Sans doute il existe certaines installations hydrauliques qui fonctionnent dans ces conditions, mais il faut reconnaître qu'elles n'ont pas à pourvoir aux besoins d'un nombre de consommateurs aussi considérable qu'à Genève. Il résulte de cette différence qu'elles n'ont pas à redouter, de l'ouverture ou de la fermeture soudaine d'une prise d'eau importante, de fortes variations de pression et des coups de bélier dont on ne saurait combattre les effets *même* par des soupapes de sûreté. Les accidents de ce genre ne peuvent être prévenus qu'avec certaines précautions et au moyen d'un réservoir bien installé. C'est là, précisément, le rôle assigné au réservoir de Bessinges.

« C'est avec plaisir que nous avons constaté la manière *on ne peut plus ingénieuse* avec laquelle on a su résoudre la question difficile de l'influence de la distance considérable du réservoir sur les variations de pression dans la canalisation pendant le flux et le reflux de l'eau. Le régulateur employé par M. Turrettini est *un modèle dans son genre* et nous ne saurions le passer sous silence.

« En qualifiant de très réussies les installations des Forces motrices, nous ne voulons point

dire qu'il n'ait pu survenir, au cours des travaux, quelques incidents fâcheux, tels qu'il s'en produit toujours dans une entreprise de cette importance.

« *En somme, nous félicitons la Ville de Genève de ses beaux et utiles travaux.*

« Les travaux ont été exécutés en régie co-intéressée, système peu connu chez nous, mais en faveur duquel les arbitres MM. Dumur, Meyer et Stockalper se sont prononcés en 1886 après avoir pu l'étudier attentivement. Notre collègue, M. Bürkli, qui partage leur avis à cet égard, insiste particulièrement sur les heureux effets de ce système au début, soit à l'époque la plus difficile des travaux, lorsque la maladie et la mort vinrent enlever à l'entreprise celui qui devait la diriger, M. Merle d'Aubigné. Grâce à la régie co-intéressée, il a été possible de parer aux difficultés d'une situation critique, sans préjudice pour la Ville, et, quelques erreurs ou fautes de détail eussent-elles même été commises, — ce que nous ne pensons absolument pas, — la Ville n'en aura pas moins retiré cet immense avantage, que les travaux n'ont subi aucun temps d'arrêt, avantage qu'elle n'eût pas obtenu avec tout autre système.

« Nous ne pouvons donc, en réponse à cette question, *que renvoyer aux conclusions approbatrices du rapport des arbitres.*

« Enfin, pour en venir aux résultats financiers de l'entreprise, il est d'usage en général, pour ce genre de travaux, de prévoir un déficit dans les premières années d'exploitation. A Zurich, par exemple, ce déficit avait été prévu à la somme de fr. 500,000. Si, à Genève, au contraire, on a su faire de façon que, sans augmentation des prix et dès le début, l'entreprise a, non seulement rapporté et permis un amortissement, mais qu'elle n'accuse jusqu'ici aucune diminution de la moyenne des recettes brutes, un tel fait doit être tenu pour un véritable succès.

« Les dépenses les plus lourdes sont faites à l'heure actuelle : travaux dans le lit du Rhône, installation des radiers des turbines et de tout le sous-sol du bâtiment. L'accroissement de la consommation d'eau et de force n'occasionnera plus que des dépenses relativement peu importantes, en achat de turbines et de machines. L'augmentation des recettes sera toujours plus rapide que celle des dépenses, de sorte qu'il viendra un moment où la question de la réduction des tarifs pourra être abordée sans inconvénient pour le budget.

« Encore une fois, *nous qualifions de très réussie une entreprise qui a pu être créée et développée en peu d'années, et arriver à un état près de la perfection, sans entraîner, pour un temps plus ou moins long, une diminution des recettes prévues au budget pour le Service des eaux.* »



CHAPITRE XXXI

L'avenir

Aujourd'hui, sur les vingt turbines de trois cents chevaux bruts qui doivent utiliser la force du Rhône dans la Ville de Genève, huit sont en fonctionnement, deux sont sur le point de l'être; une enfin va être incessamment commandée. Le nombre des turbines restant à placer à fin 1890 ne sera donc plus que de neuf, sur lesquelles quatre au moins doivent être considérées comme appareils de réserve, à raison d'une turbine de réserve pour quatre en fonction régulière.

D'autre part les demandes de force depuis le 1er janvier 1890 à fin avril atteignent deux cent cinquante chevaux dont cent cinquante assurés et cent probables, de sorte que l'augmentation de la force distribuée atteindra vraisemblablement trois cents chevaux à la fin de 1890.

Si l'on tient compte de ce développement, il est à prévoir que dès 1891 le Conseil administratif devra demander un crédit de fr. 220,000 pour l'achèvement du bâtiment des turbines jusqu'à son extrémité et les crédits supplémentaires nécessaires pour de nouvelles turbines destinées vraisemblablement à la transmission électrique.

L'utilisation du reste de la force disponible se fera probablement dans un délai maximum de six à huit ans, à moins que des facteurs importants ne viennent précipiter cet heureux développement. Ces facteurs probables sont : 1° la traction électrique sur les nombreuses lignes de chemin de fer à voie étroite et tramways qui sillonnent les environs de Genève et dont le point de départ n'est pas éloigné du bâtiment des turbines. 2° Le développement de l'éclairage électrique en 1895 lors du rachat simultané de la Compagnie du gaz et de la Société d'appareillage électrique par la Ville, à l'expiration de leurs concessions.

Il y a donc lieu de se préoccuper dès maintenant de la création d'une force nouvelle permettant de servir au développement industriel de Genève.

Cette force existe, comme on l'a vu, à trois kilomètres en aval des installations actuelles, à Aïre, au lieu dit : ***moulins de Vernier.***

Là, le Rhône et l'Arve sont réunis et le débit sur lequel peuvent être calculées les installations hydrauliques n'est plus de 120 mètres cubes à la seconde, mais bien de 150, grâce à l'apport de l'Arve. La chute disponible est de cinq mètres, de sorte que la force brute de la nouvelle installation atteindra 10,000 chevaux bruts en toute saison, ou 7,000 chevaux effectifs sur l'arbre des turbines, qui donneront net une force de 5,000 chevaux distribuée à l'industrie genevoise.

Le mode de transmission de cette force est dès maintenant tout indiqué. La transmission par câble n'est pas possible, vu la distance et la multiplicité de la distribution; la transmission hydraulique est également à écarter pour deux raisons : d'abord la distance qui en rendrait l'emploi fort onéreux, ensuite et surtout la qualité sablonneuse de l'eau qui détruirait rapidement

les moteurs marchant sous de hautes pressions. En effet la nature de l'eau de la nouvelle installation sera absolument différente de celle de l'installation actuelle, grâce aux apports torrentiels de l'Arve dont l'eau boueuse souille la limpidité du Rhône.

La transmission par l'électricité s'impose donc et la faible distance qui sépare Genève de la future usine hydraulique permettra d'exécuter cette transmission sans potentiels exagérés.

L'installation d'Aïre sera, du reste, plus simple et plus facile que celle de la Coulouvrenière. La chute étant plus forte, la même turbine qui donne 300 chevaux à l'installation actuelle en donnera 600 à l'installation nouvelle; le coût de l'installation mécanique sera donc proportionnellement très inférieur. Quant au bâtiment proprement dit et au barrage à créer, leurs fondations seront entièrement sur un banc de solide molasse et ne présenteront pas de difficultés exceptionnelles. Il y aura peu ou point de draguages.

L'installation d'Aïre peut donc être évaluée au plus à trois millions comprenant les bâtiments, les turbines et les dynamos. Le cheval effectif à l'usine hydraulique reviendra donc au plus à cinq cents francs comme capital engagé, et le cheval net chez le consommateur n'atteindra pas une dépense totale d'installation de huit cents francs.

Le projet actuel de transmission de force électrique de Rheinfelden à Bâle, évalue à fr. 1300 le capital engagé par cheval chez l'industriel. Genève se trouvera donc dans une situation plus avantageuse.

Dès 1882, les autorités municipales, prévoyant le développement rapide des installations hydrauliques ont voulu s'assurer de la possession de la force importante d'Aïre. On a vu que le Conseil municipal, sur la proposition du Conseil administratif, en demanda la concession le 19 août 1882, en même temps que la concession de l'installation déjà créée; on a vu que le Conseil d'Etat préféra scinder les deux demandes, tout en assurant qu'il était disposé à présenter en temps voulu un projet de loi accordant à la Ville la concession de la force du Rhône à Aïre. Peu après, le 11 novembre 1884, le Conseil municipal ratifia l'achat d'un terrain situé à l'amont des moulins de Vernier sur la rive droite du Rhône, sur lequel s'élèvera un jour la nouvelle usine hydro-électrique.

Le Conseil administratif tomba d'accord en 1885 avec le Conseil d'Etat sur les bases de la concession, qui sont les suivantes:

« Le Conseil d'Etat s'engage à présenter au Grand Conseil un projet de loi accordant à la Ville de Genève la concession des forces motrices du Rhône depuis un kilomètre en aval de la Jonction jusqu'au-dessous des moulins de Vernier.

« La Ville pourra retarder l'exécution de ces travaux jusqu'au moment où elle aura besoin de la force.

« L'Etat aura droit au 25 % du produit net de l'entreprise après prélèvement du 6 % pour intérêt et amortissement des capitaux engagés. »

Il y a lieu d'espérer que la loi sanctionnant cet arrangement sera prochainement présentée au Grand Conseil.

L'avenir industriel de Genève, en ce qui concerne la force motrice, est donc assuré pour longtemps. Il appartient maintenant à l'industrie privée d'utiliser cette énorme puissance productive mise à bon compte à sa disposition.

Puisse ce développement de la richesse nationale servir au bien de tous les enfants de la Patrie genevoise, c'est le vœu des autorités municipales qui ont mis tout leur cœur et toutes leurs facultés à la réussite de ce grand travail !

TABLEAUX

FORCES MOTRICES DU RHONE, RÉGULARISAT

CRÉDITS RELATIFS A

Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 24 octobre 1882:		
Rachat de la concession..		[illegible]
Arrêtés du Conseil Municipal de la Ville de Genève, des 20 juin 1882 et 13 février 1883:		
Crédits accordés pour études préliminaires..................................	19,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 30 octobre 1883:		
Crédit accordé pour l'utilisation des forces motrices du Rhône..............	1,750,000	
(Pour détail, voir IIIe fascicule, page 123, projet n° 1.)		
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 7 décembre 1883:		
Crédit accordé pour la reconstruction de la moitié du pont de la Machine....	50,000	
Convention intercantonale et arrêté fédéral, du 17 décembre 1884:		
Subventions pour la régularisation de l'écoulement du lac Léman............	1,105,000	
(Pour détail, voir IVe fascicule, page 5.)		
Loi du 10 octobre 1885:		
Subvention de l'État à l'exécution du prolongement de la prise d'eau.........	30,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 15 janvier 1886:		
Crédit accordé pour le prolongement de la prise d'eau.......................	50,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 18 décembre 1886:		
Crédit accordé pour l'établissement d'une 6e turbine avec pompe à haute pression.	110,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 février 1888:		
Crédit accordé pour l'achèvement des fondations du bâtiment des turbines (2e période)	352,500	
Crédit accordé pour la construction du bâtiment pour six nouvelles turbines..	172,500	
Crédit accordé pour l'achèvement de douze vannes d'entrée (2e période)......	25,000	
Crédit accordé pour la construction de la digue du canal de fuite de la 2e période.	20,000	
Crédit accordé pour l'achèvement des draguages jusqu'à la Jonction..........	200,000	
Crédit accordé pour l'établissement de deux nouvelles turbines et pompes à haute pression..	170,000	
Crédit accordé pour intérêts des capitaux engagés, frais d'études et de surveillance.	60,000	
Crédit accordé pour travaux de la 2e période déjà exécutés; draguage 25,000 mètres.	50,000	
Crédit accordé pour restitution de forces aux moulins de Souterre...........	30,000	
Crédit accordé pour la construction des vannes d'introduction, 2e période, partie infre.	25,000	
Crédit accordé pour supplément pour l'exécution de la digue longitudinale.....	45,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 22 novembre 1889:		
Crédit accordé pour l'élargissement du quai du Seujet........................	6,500	
Crédit accordé pour imprévu et intérêt des capitaux engagés................	28,564	[illegible]
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 30 octobre 1883:		
Crédit accordé pour la création du réseau de canalisation à haute pression.........	250,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 4 mai 1886:		
Crédit accordé pour l'établissement de diverses canalisations à haute pression.	200,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 décembre 1886:		
Crédit accordé pour l'établissement de canalisations diverses: Plan-les-Ouates, Drize.	105,000	
Crédit acc. pour la canalisation à basse pression allant du bâtiment des turbines en l'Ile.	35,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 février 1888:		
Crédit accordé pour complément du réseau à haute pression; canalisation de ceinture.	180,000	
Arrêté du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 22 novembre 1889:		
Crédit accordé pour nouvelles canalisations................................	120,000	[illegible]
A reporter..............................		[illegible]

LAC LÉMAN ET ÉGOUTS COLLECTEURS

ENSEMBLE DES TRAVAUX

Report		5,224,064
té du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 février 1888 :		
rédit accordé pour la canalisation d'aspiration du Rond-Point des Bergues jusqu'en face du bâtiment des machines à vapeur		100,000
ment de MM. Audéoud et Cramer, le 13 février 1886, pour la démolition de la igue Flühler		4,000
té du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 22 novembre 1889 :		
rédit accordé pour la transformation de la machine hydraulique à vapeur		22,000
rédit accordé pour réparations au bâtiment de l'ancienne machine hydraulique		7,936
té du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 décembre 1886 :		
rédit accordé pour la construction d'un réservoir à Bessinges		200,000
rédit accordé pour l'établissement d'une canalisation allant de la Ville au réservoir		270,000
té du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 22 novembre 1889 :		
rédit accordé pour la construction de la digue de la Jonction		45,000
é du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 30 octobre 1883 :		
rédit accordé pour la construction de l'égout rive gauche, du pont de la Machine à la Coulouvrenière	140,000	
lu 31 mars 1883, modifiée par celle du 16 janvier 1884 :		
ıbvention de l'État à l'égout rive gauche	100,000	
é du Conseil Municipal des Eaux-Vives, du 3 mars 1884 :		
ıbvention à l'égout collecteur rive gauche	60,000	
é du Conseil Municipal de Plainpalais :		
ıbvention à l'égout collecteur rive gauche	10,000	
é du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 11 novembre 1884 :		
·édit accordé pour le prolongement de l'égout rive gauche (amont de la Petite-Fusterie)	160,000	
u 28 janvier 1885 :		
ıbvention de l'État à l'égout rive gauche	100,000	
é du Conseil municipal de la Ville de Genève, du 28 février 1888 :		
·édit accordé pour insuffisance de crédits pour l'égout rive gauche	130,000	700,000
u 28 janvier 1885 :		
ıbvention de l'État à l'égout collecteur rive droite	150,000	
é du Conseil Municipal du Petit-Saconnex, du 18 octobre 1885 :		
ıbvention à l'égout collecteur rive droite	40,000	
é du Conseil municipal de la Ville de Genève, du 4 décembre 1885 :		
édit accordé pour la construction de l'égout collecteur rive droite	200,000	
é du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 28 février 1888 :		
édit accordé pour insuffisance de crédits pour l'égout rive droite	20,000	410,000
é du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 27 novembre 1887 :		
édit accordé pour la construction de l'égout de la rue des Alpes		26,000
é du Conseil Municipal de la Ville de Genève, du 22 novembre 1889 :		
édit accordé pour l'établissement de deux nouvelles turbines (9 et 10)		170,000
Total		7,179,000

Approf
Approf
Vannes
Digue
Batard
Bâtime
Pont d
Abaiss
Vannes
Restitu
Démoli
Condui
Épuiser
Imprév
Échelle
Dragua
Digue,
Canalis
Ancien
Digue
Égout
Égout
Égout
A dédu
Frais g
Bénéfic
Bénéfic

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

TABLEAU N° IV

RÉCAPITULATION DES DRAGUAGES

	Mètres cubes
Métré général du pont de la Coulouvrenière à la Jonction	198,329 27
Draguages postérieurs au métré (mesurés en bateaux)	1,703 40
Draguages du bras gauche (métrés)	26,911 50
Draguages de la digue séparative	1,162 74
Seconds draguages du 2e décompte	38.239 99
Seconds draguages du 5e décompte	1,996 34
Draguages entre les ponts des Bergues et de la Machine	3,210 75
Total général	271,553 99

TABLEAU N° V

Prix de revient à l'Entreprise du mètre cube de draguages

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT par mètre cube			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
	Mètres cubes	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Grande drague (¹)	244,000	78,887 05	90,930 55	0 32	0 08	0 37	0 77
Transport par eau	244,000	39,276 85	30,770 73	0 16	0 04	0 13	0 33
Drague élévatoire	230,000	47,133 40	29,791 57	0 21	0 05	0 13	0 39
Transport par terre et décharge	230,000	50,971 35	15.246 79	0 22	0 06	0 07	0 35
							1 84
Amortissement du matériel							0 60
Prix de revient par mètre cube							2 44

Ce prix de revient comprend toutes fournitures pour l'exécution du draguage proprement dit et la remise en état des lieux, ainsi que les frais supplémentaires provenant de la fourniture des graviers (sauf les clayages).

Cube total dragué .... M³ 271,553 99
Petite drague .... » 27,556 32
Grande drague .... » 243,997 67

(¹) Drague capable d'extraire 800 mètres cubes par journée de 10 heures de travail.

TABLEAU N° VI

Prix payés aux fournisseurs pour les matières premières

DÉSIGNATION	
	Fr. C.
Chaux hydraulique, les 1,000 kilos (1 fr. pour les sacs, sans transport)...	16 —
Ciment prompt, les 100 kilos (rendu au chantier)........................	4 90
Ciment Portland de Saint-Sulpice, les 100 kilos (rendu au chantier).......	5 80
Bois	
Bois en grume (sapin), le mètre cube..................................	26 —
Bois en grume pour pieux, le mètre cube...............................	34 —
Bois pour palplanches, le mètre cube..................................	14 —
Plateaux de 6 centimètres, le mètre cube..............................	40 —
Moises, le mètre cube...	43 —
Planches de 16 à 32 millimètres, le mètre carré.......................	0 90 à 1 80
Traverses mélèze pour rails, la pièce	2 50
Pierres de taille	
Avant-corps, chaines, claveaux, le mètre cube.........................	70 —
Pierres de scellement et corniches, le mètre cube.....................	78 —
Pierres pour contre-cœurs...	67 —

TABLEAU N° VII

Prix de revient à l'Entreprise des travaux de la digue séparative et de la digue du canal de fuite

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'UNITÉ			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
Digue séparative		Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Battage.. Pieux	M¹ 549 63	2,966 35	2,311 55	1 42	0 36	1 11	2 89
Battage.. Palplanches	M². 768 57			2 84	0 71	2 22	5 77
Charpente de sapin Pieux	M³ 92 80	339 90	3,678 80	3 66	0 92	39 60	44 18
Charpente de sapin Palplanches	» 268 74	1,013 90	13,089 95	3 80	0 95	48 71	53 46
Béton de chaux (¹)	» 2,124 —	6,571 35	25,330 17	3 09	0 77	11 92	15 78
Digue du canal de fuite							
Prix par mètre courant	M¹ 102 —	6,143 75	10,768 60	60 23	15 06	105 57	180 86

(¹) Dosage 200 kil. chaux de Virieu par mètre cube.

Le couronnement, soit 186 mètres cubes, est en béton de ciment de Saint-Sulpice à la dose de 200 kil. par mètre cube.

1,371 mètres cubes ont été coulés sous l'eau.

TABLEAU Nº VIII

Prix de revient à l'Entreprise des divers travaux des batardeaux jusqu'au 30 juin 1886

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
		Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Battage. Pieux .... M. lin.	1,993 —	13,168 95	14,201 60	2 08	0 52	2 25	4 85
Battage. Palplanches........ M²	2,164 —			4 16	1 04	4 50	9 70
Charpente de sapin. Pieux .... M³	327 42	1,729 65	13,510 17	5 28	1 32	41 26	47 86
Charpente de sapin. Palplanches... M³	839 31	5,728 90	39,308 23	6 82	1 70	46 83	55 35
Arrachage de pieux............	174 pieux.	658 95	8 —	3 79	0 95	0 05	4 79
Arrachage de palplanches......	983 palpl.	1,206 05	8 —	1 23	0 31	0 01	1 55
Terre à batardeau.......... M³	26,701 57	25,203 55	16,130 07	0 94	0 24	0 64	1 82
Béton coulé dans l'eau au bâtiment (1re période)...........	873 —	2,511 10	10,119 80	2 87	0 72	11 59	15 18
Béton de chaux et ciment, dosage : 125 kil. chaux hydraulique de Virieu, 125 kil. ciment Saint-Sulpice par mètre cube.							

TABLEAU Nº IX

Prix de revient à l'Entreprise des épuisements du bâtiment des turbines. Fondations

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'HEURE			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
	Heures	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Campagne 1885-1886 (1re et 2e pérde)							
Épuisements (avec locomobile)..	16,607 45	18,869 50	55,237 85	1 14	0 28	3 33	4 75
Campagne 1888 (2e période)							
Epuisements (avec turbine).....	5,682 10	2,939 15	8,628 45	0 52	0 13	1 52	2 17
L'eau est élevée à une hauteur moyenne de six mètres.							

NOTA. — La valeur du matériel d'épuisement n'est pas comprise dans les prix ci-dessus.

Tableau N° X

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise des bétons du bâtiment des turbines

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT par mètre cube			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
Bâtiment-Fondations	Mètres cubes	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Campagne 1885-1886...........	11,900	39,065 25	128,230 —	3 28	0 82	10 80	14 90
Campagne 1888................	7,500	23,235 —	65,922 —	3 10	0 78	8 79	12 67
Batardeau coulé sous l'eau, 1885.	873	2.511 10	10,119 80	2 87	0 72	11 59	15 18
Digue séparative..............	2,124	6,571 35	25,330 17	3 09	0 77	11 92	15 78
Dans les fournitures sont compris la chaux, le ciment et le gravier.							

Tableau N° XI

Prix de revient à l'Entreprise des travaux de construction du bâtiment proprement dit

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'UNITÉ			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
Maçonnerie ordinaire	Mètres cubes	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Campagne 1885-1886...........	1,078 —	15,559 05	9,167 10	14 43	3 61	8 50	26 54
Campagne 1888................	554 —	5,224 75	4,709 —	9 43	2 36	8 50	20 29
Pierres de taille							
Campagne 1885-1886...........	703 —	8,819 80	65,971 04	12 54	3 13	93 58	109 25
Campagne 1888................	302 71	5,000 40	28,460 35	16 50	4 12	93 93	114 65
Parements vus de moëllons	Mètres carrés						
Campagne 1885-1886...........	470 —	526 10	— —	1 12	0 28	— —	1 40
Campagne 1888................	434 —	600 20	360 —	1 39	0 35	0 83	2 57
Cintrages (1)							
Campagne 1885-1886...........	65 84	335 40	314 30	5 10	1 27	4 77	11 14
Fers (2)	Kilog.						
Campagne 1885-1886...........	106,161	312 35	51,534 20	— —	— —	0 48	0 48
Campagne 1888................	188,013	1,806 35	76,539 80	0 01	— —	0 41	0 42
(1) Les cintres proviennent des fondations et ont été amortis dans les précédents travaux. (2) Les fournitures comprennent la charpente métallique de M. Schmiedt.							

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise des cintrages, chapes et fers du bâtiment des turbines. — Fondations

DÉSIGNATION	QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'UNITÉ			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
Cintrage et coffrage (1)	Mètres carrés	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Campagne 1885 à 1886, 1re et 2e périodes	10,447 93	12,380 75	11,518 50	1 18	0 30	1 10	2 58
Campagne 1888	8,000 —	8,852 30	2,378 30	1 11	0 28	0 30	1 69
Chapes (2)							
Bâtiment, 1re période, 1885-1886	6,806 —	8,848 25	10,629 —	1 30	0 32	1 56	3 18
Bâtiment, 2e période, 1885-1886	2,388 —	2,668 18	1,243 45	1 12	0 28	0 52	1 92
Bâtiment, 2e période, 1888	13,790 —	10,462 55	12,323 70	0 76	0 19	0 90	1 85
Fers	Kilog.						
Bâtiment, 1re période, 1885-1886	53,334 —	970 80	23,755 45	0 02	0 01	0 45	0 48
Bâtiment, 2e période, 1885-1886	59,601 —	1,437 55	16,547 90	0 03	0 01	0 28	0 32
Maçonnerie ordinaire (3)	Mètres cubes						
1re et 2me périodes, 1885-1886	92 —	413 65	797 20	4 50	1 12	8 70	14 32

(1) Dans la campagne de 1888 les cintres et les coffrages pour l'emplacement des turbines avaient été déjà amortis dans les travaux de 1885-1886.

(2) Chapes de 1, 2 et 3 centimètres d'épaisseur.

(3) Mortier de chaux.

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise des travaux exécutés dans le bras droit du Rhône. — Campagne 1886-1887

DÉSIGNATION		QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'UNITÉ			
			MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
Batardeaux			Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Charpente de sapin. (¹)	Pieux........ M^3	152 59	648 —	3,886 92	4 24	1 06	25 48	30 78
	Palplanches... M^3	234 22	2,217 50	8,036 40	9 47	2 37	38 15	49 99
Battage (²)...	Pieux..... M. lin.	792 82	5,341 20	2,183 25	2 25	0 56	0 92	3 73
	Palplanches... M^2	792 84			4 50	1 12	1 84	7 46
Arrachage de pieux......	Pièces	14	10 50	15 —	0 75	0 19	1 07	2 01
Arrachage de palplanches..	»	465	1,090 10	17 65	2 34	0 59	0 04	2 97
Fers								
Sabots de pieux et divers...	Kilog	6,875 —	164 55	2,381 65	0 02	0 01	0 35	0 38
Epuisements (avec turbines)	Heures	7,042 30	5,382 40	13,387 25	0 76	0 19	1 90	2 85
Terrassements.............	M^3	15,430 —	17,640 55	6,687 40	1 14	0 29	0 43	1 86

(¹) Réemployé quelques bois ayant servi aux précédents travaux.

(²) Une partie a été battue à la main, aux batardeaux du pont de la Coulouvrenière et des vannes Séchehaye (terrain facile, glaise tendre).

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise des égouts collecteurs

TRAVAUX		QUANTITÉS	PRIX DE REVIENT par mètre cube ou carré			
			Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
1. ÉGOUTS RIVE DROITE						
			Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Terrassements	M³	27,055 32	2 96	0 74	2 66	6 36
Étayages par mètre cube de terrassements	M³	— —	0 34	0 03	0 12	1 [illegible]
Bétons	M³	6,080 —	3 46	0 86	12 12	16 44
Cintrages	M²	15,320 49	0 43	0 11	0 41	0 95
Chapes	M²	16,382 —	0 58	0 14	0 92	1 64
2. ÉGOUTS RIVE GAUCHE						
Terrassements	M³	42,010 18	3 08	0 77	1 74	5 59
Étayages par mètre cube de terrassements	M³	— —	0 16	0 04	0 51	0 71
Bétons	M³	10,796 —	4 04	1 01	12 34	17 39
Cintrages	M²	15,093 27	0 54	0 13	1 05	1 72
Chapes	M²	24,218 —	0 78	0 19	0 69	1 66

Tableau n° XV

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise du béton des diverses sections des égouts collecteurs

DÉSIGNATION DES SECTIONS	MÈTRES³ DE BÉTON	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT par mètre cube			
		MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
		Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Égout Coulouvrenière E (1).....	1,878	5,845 40	15,158 20	3 11	0 78	8 07	11 96
Égout et mur du quai en aval du pont de la Machine (E-D 1).	3,294	16,537 40	43,649 93	5 02	1 26	13 25	19 53
Égout et mur du quai en amont du pont de la Machine (D-C-A 1).	4,408	16,810 50	60,104 54	3 81	0 95	13 64	18 40
Rive gauche, section B (2)......	523	2,617 95	6,562 20	5 01	1 25	12 55	18 81
Rive gauche, section A (2)......	693	1,932 05	7,771 95	2 79	0 70	11 22	14 71
Rive droite, section B (2).....	2,352	7,617 45	26,983 71	3 24	0 81	11 48	15 53
Rive droite, section F (2).....	938	3,921 65	12,438 71	4 18	1 05	13 26	18 49
Rive droite, section C (2).....	2,344	7,650 85	28,372 85	3 26	0 82	12 10	16 18
Rue des Alpes, section A (2)..	446	1,784 95	5,930 75	4 —	1 00	13 30	18 30
Pour l'ensemble des égouts....	16,876	64,718 20	206,972 84	3 84	0 96	12 26	17 06

(1) Béton de chaux à la dose de 200 kil. de chaux hydraulique de Virieu par mètre cube.
Voûte en béton de ciment à la dose de 200 kil. de ciment de St-Sulpice par mètre cube.

(2) Béton........ 1/2 chaux, 125 kil. par mètre cube.
1/2 ciment, 125 kil. par mètre cube.

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise d'un mètre courant des diverses sections des égouts collecteurs

DÉSIGNATION DES SECTIONS	LONGUEUR DES SECTIONS	TERRASSEMENTS			MAÇONNERIES			Total	Profondeur moyenne des fouilles
		Main-d'œuvre	Frais généraux 25%	Fournitures	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures		
	Mètres.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Mètres.
Égout de la Coulouvrenière avec mur de quai. Section E ([1])	210 —	47 38	11 84	11 98	73 65	18 41	95 80	259 06	1 —
Égout en aval du pont de la Machine:									
Section E (sans mur de quai)	148 60	73 80	18 45	11 28	62 60	15 65	168 55	350 33	([2]) 7 50
Section D (sans mur de quai)	89 10								7 —
Section D (avec mur de quai [3])	260 —								6 —
Égout en amont du pont de la Machine:									
Section D (sans mur de quai)	623 90	89 20	22 30	50 30	56 40	14 10	130 20	362 50	4 80
Section C (sans mur de quai)	289 60	44 60	11 15	25 15	28 70	7 05	65 10	181 25	4 50
Rive gauche, section B	207 50	30 86	7 72	54 20	26 90	6 73	40 78	167 19	4 35
Rive gauche, section A	407 —	17 60	4 40	36 84	15 05	3 76	29 64	107 29	4 70
Rive droite, section B	952 20	28 52	7 13	41 25	16 85	4 21	44 —	141 96	4 —
Rive droite, section F	385 50	49 05	12 26	63 67	19 46	4 86	50 86	200 17	5 40
Rive droite, section C avec mur de quai	174 —	45 07	11 27	8 71	45 42	11 35	76 83	198 65	4 80
Rive droite, section C sans mur de quai	402 50								
Rive droite, section A (rue des Alpes)	234 40	34 08	8 52	13 86	15 82	3 95	35 —	111 23	4 50

([1]) Exécuté dans le lit du Rhône.
([2]) Profondeur maximum 10 mètres.
([3]) Exécuté sur 260 mètres dans le lit du Rhône.

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

Prix de revient à l'Entreprise des travaux de fondations du barrage à rideaux

DÉSIGNATION		QUANTITÉS	DÉPENSES		PRIX DE REVIENT DE L'UNITÉ			
			MAIN-D'ŒUVRE	FOURNITURES	Main-d'œuvre	Frais généraux 25 %	Fournitures	Total
			Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C	Fr. C.
Charpente de sapin.	Pieux........ M³	82 56	731 10	2,006 20	8 25	2 21	(1)24 30	35 36
	Palplanches.. M³	110 86	1,203 50	1,163 —	10 86	2 72	(1)10 50	24 07
Battage (2)...	Pieux..... M. lin.	1,105 65	2,072 55	196 05	1 03	0 26	0 10	1 39
	Palplanches.. M²	458 20			2 06	0 52	0 20	2 78
Platelage en sapin.......... M²		885 —	730 85	4,339 65	0 83	0 21	4 90	5 94
Béton...................... M³		1,282 90	3,884 95	11,724 40	3 03	0 76	9 14	12 93
Pierre de taille et maçonnerie ordinaire................. M³		226 41	6,073 95	722 40	26 83	6 71	3 20	36 74

(1) Ces prix bas, proviennent du fait qu'on a réemployé des bois ayant déjà servi et répartis dans d'autres chapitres.
L'emploi de bois neufs aurait porté ces prix à 46 fr. 54 pour les pieux et 53 fr. 65 pour les palplanches (voir chapitre *Batardeaux*).

(2) Battage avec la sonnette à vapeur dans la glaise tendre. Fiche 6 à 7 mm.

Prix de revient des ouvrages du barrage payés directement par la Ville

	Fr. C.
Achat des rideaux Camérés (42 rideaux)..	21,135 70
Achat du treuil et des chaînes de manœuvre..	5,819 95
Charpente métallique du pont-barrage..	50,179 30
Asphaltage du pont..	2,626 05
Travaux divers..	1,764 35
	81,525 35

Coût du Réservoir de Bessinges

DÉSIGNATION DES TRAVAUX	QUANTITÉS	PRIX	TOTAL	TOTAL par [illegible]
	Mètres cubes	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Terrassements				
Déblais de terre végétale	1,498 25	1 75	2,621 96	
Déblais au-dessous de la terre végétale	3,496 57	1 50	5,244 86	
Déblais au-dessous des cotes prévues	140 95	2 —	281 90	
Terrassements du lac et vallonnement [1]	9,797 57	1 20	11,757 08	
Transports au réservoir et décharge	7,697 11	1 80	13,854 80	
Roulage à la brouette	2,100 46	0 35	735 16	
Reprises et régalages divers			1,300 —	35,795 7[illegible]
Maçonneries du réservoir				
Fourniture de gravier ordinaire	5,842 40	5 75	33,593 80	
Fourniture de petit gravier	1,400 —	7 —	9,800 —	
Fourniture de sable	350 —	8 —	2,800 —	
Fourniture de chaux hydraulique ... tonnes	744 50	26 —	19,357 —	
Fourniture de ciment Portland ... tonnes	489 —	57 50	28,117 50	
Frais de sacs et camionnages pour chaux et ciment			13,100 —	
Maçonneries en béton de chaux, façon	5,428 24	5 50	29,855 32	
Maçonneries en béton de ciment, façon	929 24	5 75	5,341 75	
Maçonneries, en pierres de Meillerie, des piliers	377 29	17 —	6,413 93	
Chapes et jointoyages			7,412 14	155,791 7[illegible]
Maçonneries de la tourelle et murs en ailes				10,565 8[illegible]
Divers				
Réservoir supérieur en tôle et accessoires			10,750 —	
Tuyaux et gargouilles en ciment			3,000 —	
Drainage autour du réservoir			3,797 45	
Palissade			1,500 —	
Régie et divers			18,808 78	37,856 23
Appareils électriques			4,000 —	4,000 —
Frais de surveillance			6,820 —	6,820 —
				250,82[illegible] [illegible]

[1] Les terres nécessaires aux talus du réservoir ont été prises à 500m environ du réservoir. A cet effet, un lac a été creusé et divers vallonnements ont été exécutés sur la propriété de M. Tronchin

Tableau du réseau des canalisations à haute et basse pression au 31 décembre 1889.

DIAMÈTRE	LONGUEUR		TOTAL
	HAUTE PRESSION	BASSE PRESSION	
Millimètres	Mètres	Mètres	Mètres
700	30	—	30
600	4,269 5	33 8	4,303 3
500	1,665 5	2,286 8	3,952 3
400	4,921 5	—	4,921 5
350	466 8	1,294 3	1,761 1
300	2,647 8	124	2,771 8
250	3,956 6	7,453 5	11,410 1
200	5,593 8	1,611 6	7,205 4
180	—	174	174
165	—	140 6	140 8
160	—	343 4	343 4
150	4,501 3	2,894 5	7,395 8
135	1,857 5	347 7	2,185 2
120	891 2	3,682 5	4,573 7
110	875	4,939 5	5,814 5
100	13,320 1	6,233 9	19,554
90	3,812 4	43	3,855 4
82	—	1,417 8	1,417 8
80	3,896 8	24,469 7	28,366 5
75	5,993 7	578 9	6,572 6
70	—	3,802 8	3,802 8
65	—	949 2	949 2
60	2,927 8	8,888 7	11,816 5
55	—	1,913 6	1,913 6
50	9,689 7	4,088 5	13,778 2
40	4,256	1,716 9	5,972 9
	Mèt. 75,553	Mèt. 79,429 2	Mèt. 154,982 2

INDUSTRIES ET ÉTABLISSEMENTS UTILISANT LES FORC

GENRE D'INDUSTRIES	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION	
	Nombre de moteurs	Force en chevaux	Nombre de moteurs	Force en chevaux
Admi^{on} des Téléphones	1	0 12		
Abattoirs (app. frig.)...			2	30 —
Ameublements........	2	6 —		
Appareils électriques..	1	2 —	2	14 —
Articles en étain......			1	1 —
Bandagistes...........	2	2 —		
Bains.................	1	1 —		
Battage de tapis.......			1	3 —
Bijouterie............			1	1 —
Blancs p^{r} piè^{es} à musiq..			*	13 75
Bois de construction..			3	52 —
Boulangerie...........	2	3 70		
Bonneterie et cravates.	1	0 06	1	1 —
Brasserie.............	1	3 30	5	74 —
Briqueterie...........			1	3 —
Buanderie.............	4	6 —		
Cafés torréfiés........	1	0 50	1	2 —
Chapellerie............	2	2 —		
Charcuterie...........	6	7 —		
Charronnage..........	1	5 70	*	3 —
Chocolaterie..........	*	3 —	1	2 —
Confiserie	2	4 —	1	1 —
Coiffeur..............	1	1 —		
Cour^{nes} p^{r} remontoirs..	1	2 —	2	15 —
Constru^{ons} métalliques.			2	10 —
» mécaniques.			1	10 —
» de charpentes.			1	3 —
Coutellerie...........	2	3 —		
Dégrossissage d'or.....	*	15 —		
Dentistes	2	5 20		
A reporter......	33	78 58	28	238 75

GENRE D'INDUSTRIES	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION	
	Nombre de moteurs	Force en chevaux	Nombre de moteurs	Force en chevaux
Report.........	33	78 58	28	28[illegible]
Diamantaire..........	*	2 —	1	30 5[illegible]
Doreur-argenteur......	1	1 —		
Éclairage électrique....	1	20 —	4	62 —
École d'horlogerie.....			1	5 —
Enseignement.........	5	8 06	1	1 —
Fabricant de cigares...	1	1 —		
» d'eaux gaz^{es}.	18	22 40		
» de biscuits..	1	2 50	1	1 —
» de spiraux...	1	1 —	1	1 —
» lain^{es} de bois.			1	6 —
» de chicorée..			1	4 —
» de meubles..			1	6 —
» de vis......			*	11 50
» de limes....			1	2 —
» clefs de mont^{s}	*	1 —		
» d'aiguilles....	*	2 —	*	1 50
» paill^{es} de fer.			*	2 75
» de cadrans..		1 —		
» de chaînes...	5	9 —		
» d'app. photog.	*	2 —		
» d'huiles......	*	3 —		
Ferblanterie..........	2	3 —	1	3 —
Fonderie..............			1	4 —
Fraises p^{r} horlogerie..			*	1 50
Horlogerie............	3	9 —	2	20 —
Imprimerie...........	17	26 60	2	8 —
Instruments de physiq.			2	18 —
Lithographie..........	6	6 —	*	2 —
Laiterie...............			1	5 —
A reporter... ..	95	193 14	48	97 3[illegible]

NOTA. — Les industries marquées d'un (*) utilisent des ateliers à location de force motrice.

OTRICES DU RHONE A GENÈVE, AU 31 DÉCEMBRE 1889

GENRE D'INDUSTRIES	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION	
	Nombre de moteurs	Force en chevaux	Nombre de moteurs	Force en chevaux
Report	95	193 14	48	997 50
lanufacture de tabacs	1	2 —		
larbrerie			1	15 —
larchands de bois	15	35 05	4	7
» de grains	2	4 —		
» de vins	1	1 —		
lachines à coudre	3	0 37		
lécanique	*	9 —	2	17 —
lenuiserie	2	4 30		
lonteur de boîtes			1	4 —
linoterie			*	70 —
lickelage			*	1 —
'arqueterie			1	4 —
'erceur de joyaux	1	0 25		
'harmacie	1	1 —		
'hototypie			1	1 50
'ilerie	1	7 —	*	4 50
'oterie			1	17 —
léglure de papiers	1	0 25		
lobinetterie	1	1 —	2	3 —
A reporter	124	258 36	61	1,141 50

GENRE D'INDUSTRIES	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION	
	Nombre de moteurs	Force en chevaux	Nombre de moteurs	Force en chevaux
Report	124	258 36	61	1,141 50
Serrurerie	2	3 —	2	5 —
Tourneur			*	1 —
Ventilation	6	12 —		
Verre gravé			1	2 —
Industriels louant des locaux avec force mot.			2	
Restitution de force motrice aux usiniers	3		9	
NB Les chevaux employés sur les 14 turbines ci-dessus sont répartis plus haut suivant les industries respectives qui occupent ces locaux.				
Total	135	273 36	75	1,149 50
Service des Eaux :				
Vannes du bâtiment des turbines	1	5 —	2	10 —
Éclairage élect. idem.			1	5 —
Atelier	1	2 —		
Régulateur - compensateur			1	120 —
Total général	137	280 36	79	1,284 50

Récapitulation

	1888		1889		AUGMENTATION POUR 1889		DIMINUTION POUR 1889	
	Moteurs	Chevaux	Moteurs	Chevaux	Moteurs	Chevaux	Moteurs	Chevaux
Réseau basse pression	135	319 70	137	280 36	2	—	—	39 34
Réseau haute pression	69	1,066 30	79	1,284 50	10	218 20	—	—
	204	1,386 —	216	1,564 86	12	218 20	—	39 34

Soit une augmentation pour 1889 de 12 moteurs et de 178,86 chevaux.

Développement de la vente de la force motrice comparativement à l'ensemble de la vente de l'eau

ANNÉE	RECETTES TOTALES de la vente de l'eau y compris l'eau municipale	AUGMENTATION ANNUELLE	EAU MOTRICE — Produit annuel	EAU MOTRICE — Augmentation annuelle	% DE LA RECETTE d'eau motrice comparée à l'ensemble des recettes	NOMBRE de moteurs	RECETTE moyenne par moteur	NATURE DES INSTALLATIONS HYDRAULIQUES
	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.		Fr C.	Fr. C.	
1871	133,769 50	—	—	—	—	—	—	Roues Cordier.
1872	156,194 25	22,424	1,127	—	0 7	10	112	
1873	180,869 50	24,675	10,139	9,012	5 6	21	482	Mise en service de la turbine Callon.
1874	206,359 95	25,490	18,717	8,578	8 8	42	445	Mise en service du réservoir du bois de la Bâtie
1875	221,923 05	15,563	27,175	8,458	12 2	48	566	Mise en service de la turbine Roy.
1876	240,243 20	18,320	31,549	4,374	13 1	62	508	
1877	224,958 70	—	35,809	4,260	15 4	72	497	
1878	256,006 80	31,048	40,225	4,416	15 7	85	473	
1879	257,346 30	1,339	40,460	235	15 3	104	389	
1880	274,462 80	17,116	48,034	7,574	17 5	111	432	Mise en service des machines à vapeur.
1881	304,153 60	29,690	46,323	—	15 2	118	392	
1882	313,692 55	9,538	46,643	320	14 8	123	379	
1883	321,527 —	7,834	50,459	3,816	15 6	129	391	
1884	336,766 90	15,239	48,625	—	14 4	133	365	
1885	348,800 40	12,033	61,116	12,491	17 5	141	433	NOUVELLES INSTALLATIONS
1886	367,120 75	18,320	67,659	6,543	18 4	170	397	Mise en service de 5 groupes de pompes.
1887	453,201 40	86,080	107,682	40,023	23 7	192	560	Mise en service du 6e groupe de pompes.
1888	515,545 95	62,344	150,421	42,739	29 1	199	756	Mise en service des 7e et 8e groupes de pompes et du réservoir de Bessinges.
1889	537,408 —	21,863	164,964	14,543	36 9	209	789	

NB. — Les recettes d'eau employée pour les services municipaux ont été de fr. 68,000 en 1871, fr. 72,000 en 1880, fr. 93,000 en 1882, fr. 103,000 en 1884 et de fr. 110,000 à partir de 1887

EXERCICE 1889

COMPTABILITÉ BUDGÉTAIRE

Dépenses

Prévues au budget		
	Administration	
12,700	Traitements	12,700 —
4,000	Frais généraux, y compris fr. 616 10 pour frais de maladie des ouvriers	5,162 45
1,500	Chauffage	1,557 55
1,500	Éclairage	1,481 80
725	Assurance des employés	845 10
	Entretien	
1,500	Entretien des bâtiments	1,825 65
1,000	» du barrage	734 40
20,000	» des pompes hydrauliques	22,301 30
500	» des pompes à vapeur	777 60
	» de la canalisation b. p.	5,694 50
8,000	» de la canalisation h. p.	10,636 25
	» du réservoir, bois de la Bâtie	210 40
	» du réservoir de Bessinges	384 65
10,000	» de la restit^on de la force mot. aux usiniers	1,008 50
	» des turbines à domicile	38 —
	» des concessions	8,285 35
1,500	» de l'outillage	2,703 45
600	» des compteurs en location	870 60
200	» des bouches à eau particulières	81 —
2,500	» des fontaines	2,680 20
2,500	» des hydrantes	1,589 20
	Travaux neufs	
10,000	Canalisations nouvelles	10,902 40
2,000	Hydrantes	1,144 55
1,500	Outillage neuf	1,757 60
1,500	Établissement de compteurs en location	5,644 45
83,725		101,016 95

Recettes

Prévues au budget			
	Eau ménagère b. p.	fr. 194,080 45	
	» h. p. rive droite	» 28,044 35	
	» h. p. rive gauche	» 12,173 55	
	Eau motrice b. p.	» 52,123 40	
	» h. p.	» 112,840 60	
	Eau industrielle b. p.	» 18,354 30	
410,000	» h. p.	» 9,791 35	427,408 —
11,000	Embranchements		10,812 —
2,500	Location des compteurs		3,051 —
1,250	Vieux matériaux		1 584 95
1,500	Bouches à eau particulières		1,465 —
500	Vacations		502 —
4,500	Bénéfices sur travaux divers		10,761 95
	Loyers		4,145 —
431,250			459,729 90
110,000	Produit de l'eau affectée aux services municip.		110,000 —
541,250			569,729 90
83,725	A déduire : Dépenses		101,016 95
457,525	**Recette nette**		468,712 95

EXERCICE 1889

Doit — COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE — Avoir

PROFITS ET PERTES

Doit

		Francs
Frais d'exploitation		
Traitements	fr. 12,700 —	
Frais généraux, y compris fr. 616 10 pour frais de maladie des ouvriers	» 5,162 45	
Chauffage	» 1,557 55	
Éclairage	» 1,481 80	
Assurance des employés	» 845 10	
Entretien des bâtiments	» 1,825 65	
» des barrages	» 734 40	
» des pompes hydrauliques	» 22,301 30	
» des pompes à vapeur	» 777 60	
» de la canalisation basse pression	» 5,694 50	
» de la canalisation haute pression	» 10,636 25	
» des concessions	» 8,285 35	
» du réservoir de Bessinges	» 384 65	
» du réservoir du bois de la Bâtie	» 210 40	
» de la restitution de la force motrice	» 1,008 50	
» des turbines à domicile	» 38 —	
» de l'outillage	» 2,703 45	
» des compteurs	» 870 60	
» des bouches particulières	» 81 —	77,298 55
Amortissements		
Anciennes installations		
Bâtiments, amortissables en 50 ans.		
49e amortissement sur la 1re période de 1840 à 1870	» 5,499 05	
19e amortissement sur la 2e période de 1871 à 1880	» 4,303 15	
9e amortissement sur le bâtiment usine à vapeur	» 2,780 —	
6e amortissemt sur le bâtiment quai de la Poste	» 1,000 —	
Réservoir du Bois de la Bâtie, amortissable en 50 ans.		
19e amortissement sur la 2e période de 1871 à 1880	» 1,798 95	
Passerelle sur Arve, amortissable en 50 ans.		
19e amortissement sur la 2e période de 1871 à 1880	» 1,271 85	
Canalisation b. p. amortissable en 50 ans.		
49e amortissement sur la 1re période de 1840 à 1870	» 10,769 25	
A reporter	» 27,422 25	77,298 55

Avoir

	Francs
Eau municipale.	
Valeur de l'eau employée aux services municipaux	110,000 —
Eau ménagère, basse pression.	
Rendement de l'année	194,080 45
Eau ménagère, b. p. rive droite.	
Rendement de l'année	28,044 35
Eau ménagère, b. p. rive gauche.	
Rendement de l'année	12,173 55
Eau motrice, basse pression.	
Rendement de l'année	52,123 40
Eau motrice, haute pression.	
Rendement de l'année	112,840 60
Eau industrielle, basse presn.	
Rendement de l'année	18,354 30
Eau industrielle, haute presn.	
Rendement de l'année	9,791 35
Embranchements.	
Rendement de l'année	10,812 —
Location de compteurs.	
Rendement de l'année	3,051 —
Vieux matériaux.	
Rendement de l'année	1,584 95
Bouches à eau particulières.	
Rendement de l'année	1,465 —
Vacations.	
Rendement de l'année	502 —
Travaux divers.	
Bénéfice sur ce compte	10,761 95
Loyers.	
Locaux des anciennes machines.	4,145 —
A reporter	569,729 90

EXERCICE 1889

Doit COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE Avoir

PROFITS ET PERTES

Doit		Francs	Avoir	Francs
Report...........................	fr. 27,422 25	77,298 55	Report............. fr.	569,729 90
19e amortissement sur la 2e période de 1871 à 1880..............................	» 7,116 25			
9e amortissement sur la canal. spéciale pour l'usine à vapeur......................	» 1,488 95			
8e amortissemt sur la canaln établie en 1881.	» 1,034 35			
7e » » » en 1882.	» 656 30			
6e » » » en 1883.	» 449 05			
5e » » » en 1884.	» 366 90			
4e » » » en 1885.	» 270 —			
3e » » » en 1886.	» 206 50			
2e » » » en 1887.	» 121 —			
1er » » » en 1888.	» 118 40			
Machines, amortissables en 20 ans.				
19e amortist sur la 1re période de 1840 à 1871	10,800 70			
9e amortissement sur les machines à vapeur.	» 7,044 70			
Matériel, amortissable en 10 ans.				
8e amortissement sur les appareils électriques et téléphoniques......................	» 662 75			
7e amortissement sur l'appareil pour la vérification des compteurs..................	» 149 15			
5e amortist sur la machine à essayer les tuyaux.	288 75			
Amortissement sur l'outillage, meubles, etc...	» 2,060 —			
Compteurs en location, amortles en 10 ans.				
6e amortissement sur les compteurs placés en 1882-1883...........................	» 536 90			
5e amortist sur les compteurs placés en 1884.	» 321 90			
4e » » » en 1885.	» 313 65			
3e » » » en 1886.	» 280 95			
2e » » » en 1887.	» 440 —			
1er » » » en 1888.	» 352 40			
Prises d'eau gratuites, amortles en 10 ans.				
7e amortist sur l'établissemt des dites en 1882.	» 657 45			
6e » » » en 1883.	» 659 50			
5e » » » en 1884.	» 724 30			
4e » » » en 1885.	» 509 —			
Avances aux propriétaires.				
Moitié de la recette annuelle pour amortist.	» 2,440 —			
Force motrice à domicile.				
Montant de la recette annuelle des annuités pour amortissement........................	» 1,350 —	68,911 05		
Intérêts 3 ½ % sur capital engagé au 31 décembre 1888....... fr. 1,177,509 65		44,212 85		
A reporter........................	»..........	187,422 45	A reporter.............	569,729 90

EXERCICE 1889

Doit # COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE **Avoir**

PROFITS ET PERTES

Doit		Francs	Avoir	Francs
Report		187,422 45	Report	569,729 90
Amortissements				
Nouvelles installations				
Concession des forces mot. amort[ies] en 100 ans.				
4e amortissement	fr. 350 —			
Batardeaux, amortissables en 100 ans.				
4e amortissement	» 3,073 —			
Digue séparative, amortissable en 100 ans.				
4e amortissement	» 1,030 —			
Digue 2e période, amortissable en 100 ans.				
4e amortissement	» 245 —			
Radier et vannes de décharge en aval de l'Ile, amortissables en 50 ans.				
4e amortissement	» 1,695 —			
Barrage à rideaux, amortissable en 50 ans.				
4e amortissement	» 1,814 —			
Vannes de décharge en amont de l'Ile, amortissables en 50 ans.				
4e amortissement	» 781 —			
Restitution de la force motrice aux usiniers, amortissable en 25 ans.				
4e amortissement	» 2,441 —			
Bâtiment des turbines, amortissable en 100 ans.				
4e amortissement	» 11,989 —			
Pompes et turbines, amortissables en 25 ans.				
4e amortissement	» 27,402 —			
Machines à vapeur, transformation d'une pompe à haute pression, amortissable en 20 ans.				
4e amortissement	» 1,097 —			
Conduites d'alimentation (infér[re] et supér[re]) amortissables en 17 ans.				
4e amortissement	» 5,590 —			
Conduite d'alimentation en fer de 1m 20 de diamètre.				
2e amortissement	» 1,900 —			
Canalisation haute pression, amortissable en 50 ans. Rachat de la Société des eaux du Rhône, rive droite.				
3e amortissement	» 5,112 —			
Rachat de la Société des eaux du Rhône, rive gauche.				
3e amortissement	» 950 —			
A reporter	» 65,469 —	187,422 45	A reporter	569,729 90

EXERCICE 1889

Doit COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE Avoir

PROFITS ET PERTES

Doit

		Francs
Report	65,469 —	187,422 45
Canalisation du réservoir de Bessinges.		
2e amortissement	fr. 5,495 —	
Nouveau réseau h. p., amortissable en 50 ans.		
4e amortissement	» 17,720 —	
Réservoir de Bessinges, amortissable en 50 ans.		
2e amortissement	» 5,014 —	
Intérêts des capitaux engagés pendant la construction, amortissables en 100 ans.		
4e amortissement	» 967 —	94,665 —
Intérêts au 3 ½ % sur capital engagé au 31 décembre 1888, sur fr. 4,300,205 75.	»	150,507 20
Bénéfice de l'année, net	»	**137,135 25**
		569,729 90

Avoir

	Francs
Report	569,729 90
	569,729 90

EXERCICE 1889

Actif — COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE — Passif

BILAN

		Francs
Anciennes installations		
Barrage (pour mémoire)		
De 1840 à 1880, soit 1re et 2e périodes.....	fr. 71,359 75	
Amortissement acquis....................	» 71,359 75	
Terrain (sans amortissement)		
Coût du terrain de l'usine à vapeur........	»	60,500 —
Bâtiments, amortissables en 50 ans.		
De 1840 à 1870, soit 1re période :		
Ancienne machine hydraulique en l'Ile......	» 274,950 90	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 269,452 —	
Reste à amortir en une annuité de francs...	»	5,498 90
De 1871 à 1880, soit 2e période, annexes....	» 215,157 45	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 81,759 85	
Reste à amortir en 31 annuités de fr. 4,303 15	»	133,397 60
1881. Coût de l'usine à vapeur............	» 139,034 35	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 25,020 —	
Reste à amortir en 41 annuités de fr. 2,780..	»	114,014 35
1885. Coût du bâtiment, quai de la Poste...	» 50,000 —	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 6,000 —	
Reste à amortir en 44 annuités de fr. 1,000..	»	44,000 —
Réservoir du Bois de la Bâtie, amortissable en 50 ans.		
De 1871 à 1880, soit 2e période...........	» 85,260 80	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 29,492 55	
Reste à amortir en 31 annuités de fr. 1,798 95	»	55,768 25
Passerelle sur Arve, amortissable en 50 ans.		
De 1871 à 1880, soit 2e période...........	» 63,568 90	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 24,160 65	
Reste à amortir en 31 annuités de fr. 1,271 85	»	39,408 25
Canalisation b. p. amortissable en 50 ans.		
De 1840 à 1870, soit 1re période..........	» 583,462 85	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 527,693 45	
Reste à amortir en une annuité de.........	»	10,769 40
De 1871 à 1880, soit 2e période...........	» 355,818 —	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 135,209 95	
Reste à amortir en 31 annuités de fr. 7,116 25	»	220,608 05
Coût de la canalisation spéciale pour l'alimentation des machines à vapeur.......	« 74,447 75	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 13,400 55	
Reste à amortir en 41 annuités de fr. 1,488 95	»	61,047 20
A reporter.......................	»	745,012 —

	Francs
Ville de Genève. Compte capital...............	5,446,475 74
Ville de Genève. Compte exploitation............	1,729 50
A reporter............	5,448,205 24

EXERCICE 1889



COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE

Passif

BILAN

		Francs
Report		745,012 —
De 1881 à 1890, soit 3e période	fr. 167,986 —	
Amortissement acquis	» 19,457 60	
Reste à amortir	»	148,528 40
Machines, amortissables en 20 ans.		
De 1840 à 1870, soit 1re période	» 217,156 50	
Amortissement acquis	» 217,156 50	
De 1871 à 1880, soit 2e période	» 216,203 85	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 205,394 30	
Reste à amortir en une annuité de francs...	»	10,809 55
1880. Coût des machines à vapeur	» 140,488 20	
Amortissement acquis	» 62,995 50	
Reste à amortir en 11 annuités de fr. 7,044 70	»	77,492 70
Matériel, amortissable en 10 ans.		
Coût des appareils électriques et téléphoniques	» 6,627 40	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 5,302 —	
Reste à amortir en 2 annuités de fr. 662,75.	»	1,325 40
Coût de l'appareil pour vérifier les compteurs.	» 1,491 60	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 1,044 05	
Reste à amortir en 3 annuités de fr. 149,15..	»	447 55
Coût de la machine à essayer les tuyaux	» 2,887 70	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	« 1,443 75	
Reste à amortir en 5 annuités de fr. 288,75.	»	1,443 95
Outillage, meubles, etc	» 20,623 30	
Amortissement pour 1889	» 2,060 —	
Reste à amortir	»	18,563 30
Achat d'outils en 1889	»	1,757 60
Compteurs en location, amortisles en 10 ans.		
Compteurs placés de 1882 à 1889	» 28,073 35	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 8,370 75	
Reste à amortir	»	19,702 60
Prises d'eau gratuites, amortisles en 10 ans.		
Prises établies de 1882 à 1885	» 26,406 35	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 14,579 65	
Reste à amortir	»	11,826 70
Avances aux propriétaires. Amortissables chaque année par la moitié du produit des abonnements.		
De 1887 à 1889	» 43,497 70	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 4,905 —	
Reste à amortir	»	38,592 70
A reporter	»	1,075,502 45

	Francs
Report	5,448,205 24
A reporter	5,448,205 24

EXERCICE 1889

Actif — COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE — Passif

BILAN

Actif

		Francs
Report..		1,075,502 45
Turbines motrices à domicile. Amortissables chaque année par le produit des annuités payées comme location.		
De 1887 à 1889........................ fr.	10,395 45	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	2,375 —	
Reste à amortir........................ »	....	8,020 45
Marchandises.		
Approvis^nt en magasin suivant inventaire.... »	....	52,073 —
Nouvelles installations		
Concession des forces mot. amort^les en 100 ans.		
Coût de la concession (Dédommagement payé à MM. Henneberg et Co)................ »	35,000 —	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	1,400 —	
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 350... »	....	33,600 —
Batardeaux, amortissables en 100 ans.		
Coût des batardeaux.................... »	304,796 53	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	9,727 55	
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 3,073. »	....	295,068 98
Digue séparative, amortissable en 100 ans.		
Coût de la digue........................ »	102,521 31	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.. »	3,573 08	
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 1,030. »	....	98,948 23
Digue 2e période, amortissable en 100 ans.		
Coût de la digue........................ »	24,516 68	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	980 —	
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 245.. »	....	23,536 68
Barrage à rideaux, amortissable en 50 ans.		
Coût du barrage........................ »	88,825 90	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	5,364 —	
Reste à amortir en 46 annuités de fr. 1,814. »	....	83,461 90
Vannes et radier en aval de l'Ile, amortissables en 50 ans.		
Coût des dits........................... »	81,596 59	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889. »	3,601 04	
Reste à amortir en 46 annuités de fr. 1,695. »	....	77,995 55
Vannes et radier en amont de l'Ile, amortissables en 50 ans.		
Coût des dits........................... »	38,251 84	
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.. »	2,311 —	
Reste à amortir en 46 annuités de fr. 781... »	....	35,940 84
A reporter.............................. »	....	1,784,148 08

Passif

	Francs
Report............. fr.	5,448,205 24
A reporter.............	5,448,205 24

EXERCICE 1889

Actif COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE Passif

BILAN

		Francs		Francs
Report		1,784,148 08	Report ... fr.	5,448,205 24
Restitution de la force motrice aux usiniers, amortissable en 25 ans.				
Coût des installations	fr. 60,122 69			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 8,845 18			
Reste à amortir en 21 annuités de fr. 2,441 ..	»	51,277 51		
Bâtiment des turbines, amortisle en 100 ans.				
Coût du bâtiment, 1re période	» 694,452 81			
Coût du bâtiment, 2e période	» 497,604 84			
	1,192,057 65			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 41,371 79			
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 11,989	»	1,150,685 86		
Pompes et turbines, amortisles en 25 ans.				
Coût des huit premières turbines, treuils roulants et réservoirs de régularisation....	» 658,854 35			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 83,398 80			
Reste à amortir en 21 annuités de fr. 27,402 .	»	575,455 55		
Machine à vapeur, amortissable en 20 ans.				
Coût de la transformation d'une pompe à haute pression	» 21,945 80			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 2,194 25			
Reste à amortir en 18 annuités de fr. 1,097...	»	19,751 55		
Conduites d'alimentation inférieure et supérieure amortissables en 17 ans.				
Coût des conduites	» 120,919 97			
A déduire : Subvention de l'État	» 30,000 —			
Reste	» 90,919 97			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 18,250 48			
Reste à amortir en 13 annuités de fr. 5,590...	»	72,669 49		
Conduite d'alimentation en fer de 1m20 de diamètre, amortissable en 50 ans.				
Coût de la conduite	» 95,000 —			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 3,800 —			
Reste à amortir en 48 annuités de fr. 1,900.	»	91,200 —		
Canalisations nouvelles, h. p. amortles en 50 ans				
Coût de la canaliser du réservoir de Bessinges	» 274,824 60			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 11,190 —			
Reste à amortir en 48 annuités de fr. 5,495.	»	263,634 60		
A reporter	»	4,008,822 64	A reporter	5,448,205 24

EXERCICE 1889

Actif — COMPTABILITÉ INDUSTRIELLE — Passif

BILAN

		Francs		Francs
Report		4,008,822 64	Report	5,448,205 24
Coût du rachat de la Société des eaux du Rhône, rive droite	fr. 255,600 —			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 15,336 —			
Reste à amortir en 47 annuités de fr. 5,112.	»	240,264 —		
Coût du rachat de la Société des eaux du Rhône, rive gauche	» 47,500 —			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 2,850 —			
Reste à amortir en 47 annuités de fr. 950...	»	44,650 —		
Coût du nouveau réseau	» 862,959 05			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889..	» 47,797 70			
Reste à amortir en 46 annuités de fr. 17,720	»	815,161 35		
1889. Canalisation établie (sur le crédit du Service des eaux)	»	4,035 50		
Réservoir de Bessinges, amortissab[le] en 50 ans				
Coût du réservoir	» 250,514 40			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 9,814 —			
Reste à amortir en 48 annuités de fr. 5,014.	»	240,700 40		
Intérêts des capitaux engagés pendant la construction, amortissables en 100 ans.	» 95,460 01			
Amortissement acquis au 31 décembre 1889.	» 2,618 16			
Reste à amortir en 96 annuités de fr. 967....	»	92,841 85		
Débiteurs divers	»	1,729 50		
		5,448,205 24		**5,448,205 24**

Répartition de l'eau dépensée

	BASSE PRESSION	HAUTE PRESSION	TOTAL
	Mètres cubes	Mètres cubes	Mètres cubes
Eau ménagère, à la jauge	2,005,644	359,509	2,365,153
Eau ménagère, au compteur	222,748	24,220	246,968
Total de l'eau ménagère	2,228,392	383,729	2,612,121
Eau industrielle	228,552	90,045	318,597
Eau motrice	1,174,237	5,135,759	6,309,996
Restitution aux usiniers	1,313,160	1,927,290	3,240,450
Ville de Genève. Service autre que le Service des Eaux	3,871,558	49,830	3,921,388
Total de l'eau vendue	8,815,899	7,586,653	16,402,552
Ville de Genève. Service des eaux et forces motrices	60,000	1,400,310	1,460,310
	8,875,899	8,986,963	17,862,862
Tolérance $^1/_6$	1,479,316	1,497,827	2,977,143
Total	10,355,215	10,484,790	20,840,005

Justification de l'emploi de l'eau

	BASSE PRESSION	HAUTE PRESSION	TOTAL
	Mètres cubes	Mètres cubes	Mètres cubes
Quantité d'eau élevée	11,276,262	15,127,892	26,404,154
10 % en moins	1,127,626	1,512,789	2,640,415
Reste	10,148,636	13,615,103	23,763,739
Perte ordinaire des soupapes	459,900	1,379,700	1,839,600
Reste	9,688,736	12,235,403	21,924,139
Apport de la haute pression	1,544,305	1,544,305	—
Total et reste	11,233,041	10,691,098	21,924,139
Consommation avec tolérance de $^1/_6$	10,355,215	10,484,790	20,840,005
Perte par les trop-pleins des réservoirs, soupapes à réparer, robinets de saigne, bouches à incendie, fuites, etc.	877,826	206,308	1,084,134

Concessions réparties d'après le chiffre de la recette de 1889

EAU MÉNAGÈRE A LA JAUGE

(Haute et basse pression.)

RECETTE ANNUELLE	CONCESSIONS
Francs	
24 à 52	2,093
53 à 100	583
101 à 500	227
501 à 1,000	17
	2,920

EAU MÉNAGÈRE AU COMPTEUR

(Basse pression.)

RECETTE ANNUELLE	CONCESSIONS
Francs	
0 à 60	116
61 à 110	48
111 à 200	22
201 à 500	28
501 à 1,000	3
2,001 à 3,000	1
	218

EAU MOTRICE AU COMPTEUR ET A FORFAIT

RECETTE ANNUELLE	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION		TOTAL
	A FORFAIT	AU COMPTEUR	A FORFAIT	AU COMPTEUR	
Francs	Concessions	Concessions	Concessions	Concessions	Concessions
0 à 50		3			3
51 à 100		15		2	17
101 à 200		24		1	25
201 à 300		17		1	18
301 à 400		12	1		13
401 à 500	1	7	1	9	18
501 à 600	1	5	3		9
601 à 700		4	3		7
701 à 800	1	2	2		5
801 à 900			1		1
901 à 1,000	1	3			4
1,001 à 1,500	3	4	7		14
1,501 à 2,000		3	4	1	8
2,001 à 3,000		1	7	2	10
3,001 à 4,000			3		3
4,001 à 5,000			3	1	4
5,001 à 6,000			1		1
17,001 à 22,000				1	1
	7	100	36	18	161

PIÈCES ANNEXES

Annexe I

LOI DU 30 SEPTEMBRE 1882

ACCORDANT

A LA VILLE DE GENÈVE

LA CONCESSION DE LA FORCE MOTRICE DU RHONE



Le Conseil d'État de la République et Canton de Genève fait savoir que :

LE GRAND CONSEIL :

Vu la requête, en date du 6 septembre 1882, par laquelle la Ville de Genève, représentée par le Conseil Administratif demande à l'État de Genève une « concession ayant pour but l'utilisation de la force motrice hydraulique du Rhône, avec garantie, etc. »

Vu la loi réglant les concessions à bien plaire sur le lac, le Rhône et l'Arve, du 5 octobre 1872 ;

Sur la proposition du Conseil d'État;

DÉCRÈTE CE QUI SUIT :

ARTICLE PREMIER. — La Ville de Genève est autorisée à établir dans le lit du Rhône :

1° A la hauteur de la machine hydraulique, et conformément au plan définitif qui devra être approuvé par le Conseil d'État, un barrage transversal sur le bras droit du Rhône :

2° En aval de l'Ile, un barrage muni de vannes sur le bras droit du Rhône;

3° Des bâtiments capables de recevoir les moteurs destinés à utiliser la force de la chute ;

4° Les constructions nécessaires pour transmettre la force dans toutes les directions par un système à fixer ultérieurement.

Elle est de plus autorisée à effectuer les draguages nécessaires pour donner au lit du Rhône, depuis le lac jusqu'au confluent de l'Arve, la section qui aura été fixée.

La force motrice de la chute d'eau créée par ces barrages sera concédée à la Ville de Genève pour quatre-vingt-dix-neuf ans, à dater de la promulgation de la présente loi et sous les clauses et conditions ci-après fixées :

Pendant la durée de la présente concession, l'Etat s'engage à ne pas accorder de nouvelles concessions de force motrice sur le Rhône depuis sa sortie du lac jusqu'à 1000 mètres en aval de sa jonction avec l'Arve, et sur les 500 derniers mètres du parcours de l'Arve.

Le droit de pêche dans le Rhône et dans l'Arve reste la propriété exclusive de l'État.

L'État se réserve le droit d'établir des quais, ponts, viaducs et autres ouvrages d'intérêt public sur tout le parcours du Rhône et de l'Arve. Toutefois, s'il en résultait pour la Ville un préjudice notable, le dommage sera évalué à dire d'experts.

La retenue des eaux par le barrage ne devra jamais empêcher l'écoulement d'un minimum de 40 mètres cubes par secondes.

Art. 2. — Le Conseil d'État est chargé des négociations nécessaires pour arrêter les conventions d'après lesquelles la Ville, moyennant des subventions de la Confédération et des États riverains, serait obligée d'exécuter les travaux relatifs à l'écoulement du lac et de régler les manœuvres du barrage.

Les conventions éventuelles qui seraient passées avec les États riverains seront soumises à l'approbation du Grand Conseil.

Art. 3. — La Ville pourra se libérer de ses engagements, si, dans le délai de trois ans, il n'intervient pas de convention entre l'État de Genève et les États riverains lui assurant une subvention équitable.

La présente concession sera retirée de plein droit et deviendra nulle et non avenue si, dans le délai maximum de deux années à partir de la ratification des conventions, la Ville n'a pas satisfait aux conditions stipulées dans l'article 5 de la présente loi.

La présente concession ne pourra être transmise à des tiers sans l'autorisation du Grand Conseil.

Art. 4. — Toutes les concessions qui existent actuellement dans l'étendue de la présente concession et qui ont été accordées à des particuliers pour des établissements industriels ou autres, en vertu des lois du 27 septembre 1854, du 5 octobre 1872, ou des lois et ordonnances antérieures sur la matière, seront retirées et deviendront nulles à dater du jour où auront été réalisées les prescriptions contenues dans les articles 5 et 6.

Les établissements flottants sont exceptés de la présente disposition. Toutefois le déplacement des bateaux à laver se fera, s'il y a lieu, aux frais de la Ville.

Art. 5. — La Ville devra, dans le délai de deux années fixé par l'article 3 :

a) S'engager à restituer aux usiniers riverains du Rhône, au fur et à mesure des besoins et sans aggravation de charges pour eux, la force hydraulique moyenne dont ils disposent actuellement, et à leur payer des indemnités équitables en cas de chômage résultant de l'exécution des travaux.

Ces indemnités seront fixées à dire d'experts et, en cas de contestations ultérieures, par les tribunaux compétents.

b) Indemniser dans une juste mesure les propriétaires d'immeubles qui pourraient être atteints dans l'exécution de l'entreprise, sous réserve de l'expropriation forcée en cas de désaccord.

c) Soumettre à l'approbation de l'État des plans et des devis définitifs.

Art. 6. — Ces formalités accomplies, le Conseil d'État déterminera par voie d'arrêtés tout ce qui concerne :

a) L'approbation des conventions qui pourraient intervenir avec les communes avoisinantes pour les faire participer sur leur demande et dans une juste mesure aux charges et aux bénéfices de l'entreprise;

b) L'approbation des conventions prévues à l'article 5 et de celles qui interviendraient avec les communes pour le service des eaux, de l'éclairage et pour l'emploi des moyens qui pourraient servir à la transmission de la force motrice;

c) La réglementation des manœuvres du barrage et les sanctions à fixer en cas d'infraction aux lois et règlements sur la matière;

d) L'approbation des tarifs pour le prix de la force hydraulique, tant pour restitution de force que pour des concessions nouvelles, les intéressés entendus;

e) La stipulation du délai dans lequel devront être exécutés les travaux, et qui ne pourra dépasser cinq ans à dater de l'approbation des devis définitifs. Sont exceptés l'établissement des moteurs et les draguages, qui auront lieu au fur et à mesure des besoins;

f) L'approbation des plans et devis définitifs.

Art. 7. — Les dommages quelconques qui résulteront pour les tiers (État, Communes ou particuliers) de l'exécution des travaux, seront mis à la charge de la Ville.

Art. 8. — A l'expiration de la concession, l'État de Genève deviendra propriétaire de toutes les installations fixes, telles que turbines et transmissions, en tant qu'elles sont destinées à fournir la force à l'industrie privée.



De son côté, la Ville de Genève, conservera en toute propriété les installations fixes et mobiles, destinées au service des eaux, à l'éclairage et aux autres services municipaux, avec droit de conserver le régime du barrage tel qu'il aura été établi antérieurement à l'expiration de la présente concession.

ART. 9. — La concession accordée par la présente loi est déclarée d'utilité publique. Dans le cas où l'expropriation forcée serait reconnue nécessaire pour l'exécution des travaux, comme aussi pour la transmission de la force motrice et l'établissement de canalisations hydrauliques, il serait procédé conformément aux dispositions de la loi du 11 septembre 1867 sur l'expropriation forcée pour cause d'utilité publique.

Le Conseil d'État est chargé de faire promulguer les présentes dans la forme et le terme prescrits.

Fait et donné à Genève le trente septembre mil huit cent quatre-vingt-deux, sous le sceau de la République et les signatures du Président et du Secrétaire du Grand Conseil.

Le Secrétaire du Grand Conseil,
Dr VINCENT.

Le Président du Grand Conseil,
Ph. BONNETON.

Du 3 novembre 1882.

LE CONSEIL D'ÉTAT,

Vu la loi constitutionnelle sur le référendum facultatif, du 25 mai 1879 et la loi organique sur l'exercice du référendum du 25 juin 1879;

Considérant que le texte de la loi du 30 septembre 1882, accordant à la Ville de Genève la concession de la force motrice hydraulique du Rhône, a été publié le 4 octobre 1882 dans la *Feuille d'Avis*;

Considérant que le délai de trente jours, dès la publication, est expiré le 2 novembre 1882, sans qu'aucune demande de votation populaire ait été formulée par les électeurs;

ARRÊTE :

De promulguer la loi ci-dessus pour être exécutoire, dans tout le Canton, dès le jour de demain.

Genève, le 3 novembre 1882.

Certifié conforme :

Le Chancelier, Ch. CHALUMEAU.

CONVENTION INTERCANTONALE

CONCERNANT

LA CORRECTION ET LA RÉGULARISATION

DE

L'ÉCOULEMENT DES EAUX DU LAC LÉMAN

Les Cantons de Genève, Vaud et du Valais, désirant conclure une convention dans le but :

1° De régulariser l'écoulement du lac Léman;

2° D'en diminuer les variations de niveau;

3° De procurer, par ces moyens, l'abaissement du niveau le plus élevé des eaux;

4° De prévenir les effets préjudiciables des hautes eaux;

5° D'assurer en tout temps, dans le port de Genève, le mouillage nécessaire à la navigation;

Ont conclu la convention ci-après :

CHAPITRE PREMIER

Travaux.

ARTICLE PREMIER.

L'État de Genève s'engage à exécuter les travaux prévus pour la Régularisation du niveau du lac Léman, conformément aux plans, profils et devis estimatifs du projet annexé à la présente Convention.

ART. 2.

L'entretien des travaux sus-mentionnés demeure à la charge de l'État de Genève, sous la surveillance de la Confédération, conformément à la loi fédérale sur la police des eaux.

ART. 3.

L'État de Genève s'engage à ne jamais exécuter aucun travail, à ne jamais accorder aucune concession qui modifieraient les largeurs et pentes au détriment de l'écoulement des eaux dans toute la partie du Rhône dans laquelle seront exécutés les travaux prévus à l'article premier ci-dessus.

Sont réservés les travaux à exécuter, en conformité de la loi genevoise du 30 septembre 1882 sur l'Utilisation des forces motrices du Rhône.

CHAPITRE II

Manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge.

ART. 4.

L'État de Genève est chargé de l'ouverture et de la fermeture du barrage mobile et des vannes de décharge prévus dans le projet annexé à la présente convention.

L'État de Genève s'engage à faire exécuter les manœuvres du barrage et des vannes de décharge de façon à chercher à maintenir le niveau du lac entre les cotes PN—1.30 et PN—1.90.

Il est admis en principe que le grand barrage mobile du bras droit sera ouvert du 1er juin au 30 septembre et fermé partiellement ou entièrement du 1er octobre au 31 mai, suivant les conditions spéciales du niveau du lac.

Toutefois, les manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge feront l'objet d'un règlement spécial qui pourra apporter, aux dispositions de l'alinéa précédent, les exceptions nécessaires pour maintenir le niveau du lac entre les cotes PN—1.30 et PN—1.90. Ce règlement sera établi après l'achèvement des installations et sera soumis à revision après une expérience de cinq ans.

Il pourra ensuite être revisé à nouveau tous les cinq ans, si la demande en est faite par l'une des parties intéressées. Le règlement sera chaque fois soumis à l'approbation du Conseil fédéral, et du gouvernement des cantons intéressés.

En cas de contestation sur la teneur du règlement, le Conseil fédéral statuera en dernier ressort.

Le Conseil fédéral exercera la haute surveillance sur la manœuvre du barrage et des vannes de décharge, en vue de faire observer les dispositions de la présente convention et du règlement.

CHAPITRE III

Subventions.

ART. 5.

L'État de Genève prend à sa charge et à ses périls et risques, l'exécution des travaux prévus dans le projet annexé à la présente convention, leur entretien et les manœuvres du barrage et des vannes de décharge.

Le coût de ces travaux et de ceux qui en sont la conséquence nécessaire a été arrêté à la somme totale de fr. 2,320,500, selon devis estimatif joint aux présentes.

Pour assurer l'exécution des travaux indiqués :

a) Les États contractants demanderont en commun à la Confédération, au profit de l'État de Genève, une subvention de fr. 773,500.

b) Les États de Vaud et du Valais s'engagent à fournir à l'État de Genève une subvention totale de fr. 331,500.

ART. 6.

Les subventions fournies par les États de Vaud et du Valais seront payables en cinq annuités égales, dont la première sera exigible un an après l'entrée en vigueur de la présente convention (art. 12) et la dernière après la reconnaissance définitive des travaux (art. 11).

CHAPITRE IV

Exécution des travaux.

ART. 7.

L'État de Genève fera dresser les plans d'exécution des travaux définitifs, et les soumettra à l'approbation des parties contractantes en même temps que la présente convention.

ART. 8.

L'exécution de tous les travaux prévus par la présente convention se fera dans un délai de cinq ans à partir de l'entrée en vigueur de cette même convention.

ART. 9.

Aucune modification aux travaux, tels qu'ils sont prévus dans le projet annexé à la présente convention, ne pourra avoir lieu sans l'assentiment des cantons intéressés et l'approbation du Conseil fédéral.

Le canton de Genève est garant, vis à vis de la Confédération et des autres cantons intéressés de l'exécution des travaux dans le délai fixé et de leur bon entretien, en conformité de la présente convention.

ART. 10.

Pendant les travaux, chaque État contractant pourra, s'il y a lieu, présenter des observations sur l'exécution des dits travaux.

En cas de désaccord, le Conseil fédéral prononcera.

ART. 11.

Les travaux étant achevés, les parties contractantes procèderont à la reconnaissance des dits travaux, en vue de constater que l'exécution a eu lieu conformément aux principes de la présente convention et aux plans approuvés.

ART. 12.

La présente convention ne sera définitive et n'entrera en vigueur qu'après l'obtention de la subvention fédérale prévue à l'art. 6 et la ratification de la présente convention par les pouvoirs compétents de chaque État.



Annexe III

CONVENTION ENTRE L'ÉTAT ET LA VILLE DE GENÈVE

CONCERNANT

LA CORRECTION ET LA RÉGULARISATION DES EAUX DU LAC LÉMAN

DU 23 JANVIER 1886

ratifiée par l'arrêté du Conseil municipal du 17 février 1885

et par la Loi du 17 octobre 1885

Entre :

La République et Canton de Genève, soit son Conseil d'État, représenté par MM. Gavard et Ador, conseillers d'État, délégués aux fins des présentes par arrêté du dit Conseil,

d'une part;

Et :

La Ville et Commune de Genève, soit son Conseil administratif, représenté par MM. Pictet et Turrettini, conseillers administratifs, délégués aux fins des présentes par arrêté du dit Conseil

d'autre part;

Il a été convenu :

Vu la requête de la Ville en date du 6 septembre 1882;
Vu la loi du 30 du même mois;
Vu la convention intervenue entre les États de Genève, Vaud et Valais, le 17 décembre 1884 sous réserve des ratifications à intervenir, annexée aux présentes :

ARTICLE PREMIER.

La Ville de Genève est substituée à l'État de Genève dans les droits et obligations résultant de la susdite convention intercantonale.

En conséquence, la Ville de Genève déclare relever et garantir, sans exception ni réserve aucune, l'État de Genève de toutes les obligations lui incombant en vertu de la susdite convention intercantonale, et les prendre à sa charge exclusive.

2°

ART. 2.

Plus spécialement, la Ville de Genève prend à sa charge et à ses périls et risques :

a) L'exécution de tous les travaux prévus par la dite convention intercantonale.

b) Leur entretien.

c) Les manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge.

Dans les susdits travaux et leur entretien, ne sont pas compris tous draguages supplémentaires ou ultérieurs non prévus par la convention intercantonale.

ART. 3.

La Ville de Genève garantit l'État de Genève, vis-à-vis de la Confédération et des autres cantons intéressés, de l'exécution des travaux dans le délai fixé, de leur entretien et des manœuvres du barrage mobile et des vannes de décharge, conformément à la susdite convention.

ART. 4.

La Ville de Genève se conformera :

a) A toutes les conditions mentionnées dans la susdite convention intercantonale.

b) A tout règlement qui sera établi et à toute décision qui sera rendue par le Conseil fédéral, conformément à la dite convention.

ART. 5.

Aucune modification aux travaux, tels qu'ils sont prévus dans la susdite convention intercantonale, ne pourra avoir lieu sans l'assentiment de l'État et de la Ville de Genève.

ART. 6.

Les subventions de la Confédération et des cantons de Vaud et du Valais, prévues par la susdite convention intercantonale au profit de l'État de Genève, sont, sans garantie de ce dernier, attribuées intégralement à la Ville de Genève. Ces subventions seront payables à la Ville de Genève dans les conditions et aux échéances indiquées par la convention intercantonale, par l'intermédiaire de l'État de Genève et sans que ce dernier puisse leur faire subir une réduction ou une retenue quelconque, pour quelque cause que ce soit.

ART. 7.

La présente convention ne préjudicie pas aux droits de l'État sur le domaine public, ainsi qu'aux droits résultant pour lui des lois existantes, en tant qu'il n'y est pas dérogé par les présentes, par la convention intercantonale et par la loi du 30 septembre 1882.

ART. 8.

La présente convention, sous réserve de la ratification du Grand Conseil et du Conseil municipal, entrera en vigueur en même temps que la convention intercantonale du 17 décembre 1884.

Fait et signé à double, à Genève, le vingt-trois janvier mil huit cent quatre-vingt-six.

Au nom du Conseil d'État :

A. GAVARD, *président.*
Gust. ADOR.

Au nom du Conseil administratif :

Ed. PICTET, *président.*
Th. TURRETTINI.

Annexe IV

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

SÉRIE DE PRIX

ADOPTÉE POUR

L'ENTREPRISE DE L'UTILISATION DES FORCES MOTRICES DU RHONE

DÉSIGNATION DE LA NATURE DES OUVRAGES

ET PRIX D'APPLICATION

I. TERRASSEMENTS

Désignation	Prix exprimés en chiffres.	Numéro des prix.
Terrassements de toute nature, à toute profondeur, à sec, et jusqu'à 25 centimètres sous l'eau, pour fouille, jet sur berge, reprise s'il y a lieu, charge en brouette, tombereau ou wagon, décharge, réglage des déblais et étaiement des fouilles, y compris les déblais exécutés par épuisements.		*1*
Le mètre cube, quatre-vingts centimes	— 80	
Reprise de déblais déjà fouillés depuis plus de vingt-quatre heures, pour les mêmes mains-d'œuvre que ci-dessus.		*2*
Le mètre cube, quarante-cinq centimes	— 45	
Reprise de déblais déjà fouillés depuis moins de vingt-quatre heures, pour les mêmes mains-d'œuvre que ci-dessus.		*3*
Le mètre cube, trente centimes.	— 30	
Draguage d'un mètre cube de matières quelconques, autres que bois ou pierres, d'un volume supérieur à un cube de 0m,20 de côté, depuis 0m,25 de profondeur sous l'eau jusqu'à toute profondeur, pour extraction, chargé et transport en bateau à 500 mètres, reprise en bateau, charge en brouette, ou jet de pelle, décharge et régalage.		*4*
Le mètre cube, un franc 60 centimes	1 60	
Draguage en recherche à toute profondeur d'un massif isolé, n'ayant pas un volume supérieur à 50 mètres cubes des mêmes matières que ci-dessus et pour les mêmes mains-d'œuvre qu'au n° 4.		*5*
Le mètre cube, un franc quatre-vingt-dix centimes	1 90	
Draguage à toute profondeur dans les enceintes, d'un mètre cube de matières quelconques comme au n° 5.		*6*

Numéros des prix. | Prix exprimés en chiffres

Le mètre cube, deux francs cinquante centimes 2 50

7 Draguage à toute profondeur de moellons, pierres et bois, d'un volume inférieur à un cube de 20 centimètres de côté, y compris transport, déchargement sur berge, triage, emmétrage, ainsi que le transport en bateau à la distance de 500 mètres.

Le mètre cube, dix francs. . . . . 10 —

8 Draguage à toute profondeur de pierres de taille, de moellons, de roche et de bois d'un volume supérieur à un cube de quarante centimètres (0,40) de côté, y compris transport et déchargement sur berge, triage, emmétrage, ainsi que le transport en bateau à 500 mètres.

Le mètre cube, trente francs . . . . 30 —

9 Le transport à la brouette d'un mètre cube de déblais de toute nature, ou de moellons de construction et d'enrochements sera réglé par la formule 0,008 (D + 12H) dans laquelle le premier facteur est constant et égal à 0.008 de franc et le second se compose de deux termes qui représentent : le premier la distance horizontale mesurée entre les deux centres de gravité du déblais et du remblais, le second douze fois la distance verticale entre les mêmes points, lorsque les transports ont lieu en montant 0,008(D + 12H)

Les transports de draguages à la brouette seront réglés au prix de la formule ci-dessus; les distances horizontales seront mesurées entre l'intersection de la berge avec la ligne d'eau et le centre de gravité du dépôt, et augmentées d'une constante de 10 mètres; les distances verticales seront mesurées entre le plan d'eau et le centre de gravité du dépôt.

Nota. La formule ci-dessus n'est applicable qu'aux distances inférieures à 90 mèt.

10 Transport au tombereau des mêmes matériaux et déblais qu'au numéro précédent à un premier hectomètre.

Le mètre cube, 51 centimes . . . . — 51

11 Plus-value pour chaque hectomètre après le premier. Toute fraction au-dessus d'un demi-hectomètre sera comptée pour un hectomètre. Toute fraction au-dessous d'un demi-hectomètre ne sera pas comptée.

Le mètre cube, onze centimes . . . . — 11

Nota. Les prix 10 et 11 sont déterminés par la formule 0,40 + 0,0011D et ne sont applicables qu'aux distances comprises entre 90 et 400 mètres.

12 Transport en wagon des mêmes déblais et matériaux qu'aux numéros précédents :

1° Par voie horizontale et jusqu'à 0,05 de rampe par mètre.

A. A un premier demi-kilomètre.

Le mètre cube, quatre-vingt-cinq centimes . . . . — 85

13 B. Plus value pour chaque demi-kilomètre après le premier. Toute distance au-dessus de 250 mètres sera comptée pour un demi-kilomètre. Toute distance inférieure à 250 mètres ne sera pas comptée.

Le mètre cube, quinze centimes . . . . — 15

14 Par voie en rampe de plus de 0,05 par mètre.

A. A un premier demi-kilomètre.

Le mètre cube, un franc cinq centimes 1 05

15 B. Plus-value pour chaque demi-kilomètre après le premier. Toute distance au-dessus de 250 mètres sera comptée pour un demi-kilomètre; toute distance inférieure à 250 mètres ne sera pas comptée.

Le mètre cube, vingt centimes . . . . — 20

Nota. Les prix 12, 13, 14 et 15 sont déterminés par les formules 0.70+0.0003D et 0.85+0.0004D et ne sont applicables qu'aux distances supérieures à 400 mètres.

Prix exprimés en chiffres — Numéros des prix.

16 Plus-value pour transport en bateau des mêmes déblais et matériaux qu'aux numéros précédents pour chaque demi-kilomètre après le premier. Toute distance supérieure à 250 mètres sera comptée pour un demi kilomètre; toute distance inférieure à 250 mètres ne sera pas comptée.

Le mètre cube, soixante-quinze millièmes 0 075

Nota. Ce prix est déterminé par la formule $0.05 + 0.00015D$.

17 Transport en brouette, tombereau, wagon, bateau, des déblais et draguages de toute nature provenant de l'approfondissement du lit du Rhône, ainsi que des fouilles exécutées pour la construction du bâtiment des turbines et pour la construction de la digue séparative entre le lieu d'emploi définitif, y compris les transports avec dépôts provisoires et de ces dépôts aux lieux d'emploi définitifs, toutes sujétions et allongement de parcours résultant de la disposition du chantier et toutes mains-d'œuvre.

Le mètre cube, quarante-cinq centimes . . . . — 45

Nota. Ce prix est un forfait et s'applique à tous les terrassements à sec ou sous l'eau.

18 Règlement de talus, y compris le dressement régulier des arêtes droites ou courbes et enlèvement des recoupes.

Le mètre superficiel, cinq centimes . . . . — 05

19 Terre végétale provenant des fouilles.

Indemnité pour triage, emmétrage, transport supplémentaire, dépôt, reprise et répandage au lieu d'emploi.

Le mètre cube, cinquante centimes. . . . . — 50

20 Terre à batardeau, siliceuse, mélangée au moins de 30 % d'argile, y compris indemnité d'emprunt, fouille, choix, triage, nettoyage, cassage des mottes, enlèvement des souches, racines, pierres, etc., fourniture à pied d'œuvre, emploi entre les vannages, pilonnage, bordage et régalage s'il y a lieu, toutes sujétions et mains-d'œuvre.

Le mètre cube, deux francs trente-cinq centimes. 2 35

Nota. Ce prix n'est applicable qu'à la terre provenant des terres avoisinant la Jonction.

Dans le cas où cette terre devrait être recherchée à une distance plus grande, il sera alloué une indemnité proportionnelle à la distance du transport.

21 Pilonnage très soigné par couches de dix centimètres d'épaisseur, dans les batardeaux et au pourtour des maçonneries.

Le mètre cube, vingt-cinq centimes . . . . — 25

22 Pilonnage soigné par couches de vingt centimètres d'épaisseur.

Le mètre cube, dix centimes . . . . — 10

2. MAÇONNERIES

Démolition de maçonneries à sec ou jusqu'à une profondeur de $0^m,25$ sous l'eau, à ciel ouvert ou en galerie et au milieu des étais, y compris échafaudages, étrésillonnements, nettoyage, emmétrage, transport des matériaux aux dépôts et des déchets en remblai ou jet à l'eau.

23 1° Maçonnerie de pierre de taille.

Le mètre cube, huit francs . . . . 8 —

24 2° Maçonnerie de moellons d'appareil, de briques, de moellons ordinaires et de béton.

Le mètre cube, quatre francs . . . . 4 —

Numéros des prix.		Prix exprimés en chiffres.
25	Démolition de maçonnerie de béton ou de moellons à toute profondeur au delà de 0m,25 sous l'eau pour les mêmes fournitures et mains-d'œuvre que ci-dessus.	
	Le mètre cube, dix francs	10 –
	Maçonnerie de béton avec cinquante centièmes cubes de mortier et quatre-vingt centièmes cubes de cailloux, y compris toutes fournitures fabrication, approche, emploi à sec et encaissements provisoires, sauf cintres.	
26	Béton n° 1 avec mortier de chaux lourde de Virieu.	
	N° 1. Le mètre cube, dix-huit francs soixante-dix centimes	18 70
27	Béton n° 2 avec mortier de chaux lourde de Virieu.	
	N° 2. Le mètre cube, dix-sept francs quatre-vingt-quinze centimes . .	17 95
28	Béton n° 3 avec mortier de chaux lourde de Virieu.	
	N° 3. Le mètre cube, seize francs quatre-vingt quinze centimes. . . .	16 95
29	Béton n° 4 avec mortier de ciment de St-Sulpice n° 1.	
	Le mètre cube, quarante-deux francs cinq centimes.	42 05
30	Béton n° 5 avec mortier de ciment de St-Sulpice n° 2.	
	Le mètre cube, trente et un francs quarante centimes	31 40
31	Béton n° 6 avec mortier de ciment de St-Sulpice n° 3.	
	Le mètre cube, vingt-cinq francs quatre-vingt-dix centimes.	25 90
32	Plus-value pour coulage sous l'eau à une profondeur quelconque, de béton de toute espèce ou de mortier pour les reprises.	
	Le mètre cube, deux francs.	2 –
	Maçonnerie de moellons bruts de Meillerie y compris toutes fournitures, approche et façon à ciel ouvert ou en galerie élévation et fondation et crépissage sur deux faces.	
33	1° Avec mortier de chaux hydraulique n° 2.	
	Le mètre cube, dix-neuf francs cinquante-cinq centimes	19 55
34	2° Avec mortier de chaux légère.	
	Le mètre cube, dix-huit francs vingt-cinq centimes	18 25
35	3° Avec mortier de ciment de St-Sulpice n° 2.	
	Le mètre cube, vingt-sept francs soixante centimes	27 60
36	4° A pierres sèches pour perrés et autres ouvrages.	
	Le mètre cube, onze francs cinq centimes.	11 05
37	Plus-value pour parements vus de moellons têtués, par assises régulières ou par appareil de voûtes, y compris jointoyage au ciment Portland, joints passés au fer.	
	Le mètre superficiel, six francs.	6 –
38	Cloisons en briques ordinaires du pays de 0m,15 d'épaisseur y compris toutes fournitures, approche et pose.	
	Le mètre superficiel, cinq francs cinquante	5 50
39	Cloisons en briques de Montchanin de 0m,12 d'épaisseur, frottées, nettoyées, jointées.	
	Le mètre superficiel, quinze francs	15 –
40	Revêtement des faces en briques de Montchanin premier choix, y compris jointoyage.	
	Le mètre superficiel, vingt francs	20 –
41	Plus-value pour parties de revêtement en forme d'arcs.	
	Le mètre superficiel, quatre francs	4 –
	Arcs de décharge sur portes ou fenêtres de toutes dimensions.	
42	1° En moellons de la Balme.	
	Le mètre linéaire, un franc soixante-quinze centimes.	1 75

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix.
2° En briques de 11 centimètres.		43
Le mètre linéaire, un franc vingt-cinq centimes	1 25	
3° En briques de 27 centimètres.		44
Le mètre linéaire, deux francs cinquante centimes	2 50	
Maçonnerie de pierres de taille de Thoiry pour socles pilastres, encadrements, de fenêtres et corniches, y compris toutes fournitures, bardage, pose, fichage, échafaudages, ainsi que la taille de un ou deux parements.		45
Le mètre cube, cent dix francs.	110 —	
(Le cube n'est pas déduit de la maçonnerie ordinaire.)		
Maçonnerie de moellons piqués d'assise régulière et d'appareil de voûtes en roche de Thoiry, y compris toutes fournitures, approche, retouche et pose, ainsi que la taille des parements, lits et joints et rejointement.		46
Le mètre superficiel, dix-huit francs	18 —	
Maçonnerie de libage en roche de Thoiry pour fondation, y compris toutes fournitures, approche et pose.		47
Le mètre cube, cinquante-cinq francs	55 —	
Enrochements, y compris transport, emmétrage, approche, toutes fournitures, sujétions et emplois, formés de moellons de 30 à 40 au mètre cube et pesant moins de cinquante kilog.		48
Le mètre cube, cinq francs cinquante centimes	5 50	
Taille droite en troisième ou quatrième parement de roche de Thoiry avec abattages, refouillements et évidements.		49
Le mètre cube, quatorze francs.	14 —	
Taille d'arêtes de moulures rectilignes sur roche de Thoiry.		50
Le mètre linéaire, un franc cinquante centimes.	1 50	
Taille d'arêtes de moulures curvilignes sur roche de Thoiry.		51
Le mètre linéaire, deux francs vingt-cinq centimes	2 25	
Enduit au mortier de ciment de St-Sulpice n° 1, y compris toutes fournitures, dégradage, nettoyage, rocaillage, et remplissage des joints, façon de l'enduit et lissage.		52
Le mètre superficiel sur trois centimètres d'épaisseur, trois francs quatre vingt-cinq centimes.	3 85	
Pour chaque centimètre en plus ou en moins, il sera ajouté ou retranché Soixante-dix centimes.	— 70	53
Plâtrissage des faces avec détrempe teintée au choix y compris fourniture du mortier et façon.		
A l'extérieur le mètre superficiel (réel), un franc cinquante centimes. .	1 50	54
A l'intérieur non teinté le mètre superficiel, un franc	1 —	55
Percement de trous pour scellements ordinaires, toutes sujétions et mains-d'œuvre y compris scellement :		56
1° Dans la roche, quarante centimes	— 40	
2° Dans la molasse, vingt centimes	— 20	
3° Dans la maçonnerie, quinze centimes	— 15	
4° Dans la brique, huit centimes.	— 08	

Numéros des prix. | Prix exprimés en chiffres.

3. CHARPENTE

Charpente en sapin pour pieux, palplanches, moises et étrésillons, etc., y compris toute fourniture à pied-d'œuvre assemblages, entailles, boulonnages, pose et déchet, et en outre, pour les palplanches et les pieux, pose de sabots, location et pose de frettes, façon de la pointe et de la tête, recépage à sec ou jusqu'à 25 centimètres sous l'eau, toutes sujétions et mains-d'œuvre.

57 1° Pieux, etc., le mètre cube, quarante-huit francs . . . . 48 –

58 2° Palplanches et moises, le mètre cube, cinquante-huit francs . . . 58 –

59 Charpente en sapin de sciage pour grillage du radier des vannes de décharge ainsi que pour encadrements dans les façades provisoires, y compris toutes fournitures à pied-d'œuvre, assemblages, entailles, fourniture et pose de clous.

Le mètre cube, soixante-cinq francs . . . . 65 –

60 Madriers en chêne pour platelage des passerelles de service de $0^m,22$ de largeur et de 0,05 d'épaisseur, mise en place y compris toute fourniture et mains-d'œuvre.

Le mètre superficiel, onze francs cinquante centimes 11 50

61 Platelage en sapin de 0,05 d'épaisseur pour le radier des vannes de décharge y compris toute fourniture et main-d'œuvre ainsi que le vissage sur chaque traversine au moyen de deux vis, y compris fourniture de vis.

Le mètre superficiel, six francs cinquante centimes 6 50

62 Charpente en sapin de sciage pour poutrelles des vannages provisoires ainsi que pour le platelage des passerelles de service y compris toutes fournitures et pose.

Le mètre cube, soixante-cinq francs . . . . 65 –

Charpente des vannes de décharge et des vannes d'introduction, y compris toutes fournitures, assemblages, entailles, boulonnages, pose et déchet.

63 1° En bois de chêne, le mètre cube, cent soixante francs. . . . . . 160 –

64 2° En bois de mélèze, le mètre cube, cent quarante francs . . . . . 140 –

Battage de pieux et palplanches à toute profondeur, jusqu'au refus et dans tous les terrains, y compris toutes mains-d'œuvre et agrès.

65 1° Pieux de toutes dimensions, le mètre linéaire de fiche, quatre francs . 4 –

66 2° Palplanches de toutes dimensions, le mètre superficiel de fiche huit fr. 8 –

Ce prix comprend le bardage et la mise en fiche pour les pieux et les palplanches de toutes dimensions.

67 Recépage de pieux et palplanches, y compris toutes mains-d'œuvre et agrès au delà de $0^m,25$ de profondeur sous l'eau.

1° Pieux de tout équarrissage, la pièce, deux francs cinquante centimes . 2 50

2° Palplanches de toutes dimensions et vannages, le mètre linéaire, 3 fr. 3 –

Arrachage de pieux et palplanches de toutes longueurs y compris dépose et démolition des assemblages, enlèvement des fers et boulons, transport au chantier de l'entreprise et rangement.

68 1° Pieux, la pièce six francs. . . . . 6 –

69 2° Palplanches, la pièce trois francs . . . . 3 –

70 Cintrage des voûtes, y compris toutes fournitures, ferrures, pose, dépose, enlèvement et rangement.

Le mètre superficiel, trois francs . . . . 3 –

71 Voligeage de 0.027 d'épaisseur, raboté sur une face, échantillonné avec baguette sur rive, mis en place, y compris toutes fournitures et assemblages sur les fers au moyen de tire-fonds.

Le mètre superficiel, six francs . . . . 6 –

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix.
Lambourdes de huit centimètres d'épaisseur (0,08) dix centimètres de largeur (0,10) rabotées, avec baguettes sur rive, y compris toutes fournitures et mains-d'œuvre		72
Le mètre linéaire, deux francs	2 —	
Virevents unis, en bois de sapin raboté, mis en place, y compris toutes fournitures et mains-d'œuvre.		73
Le mètre linéaire, un franc cinquante centimes	1 50	

4. COUVERTURE

Couverture en ardoises du Valais, y compris toutes fournitures et mains-d'œuvre.		74
Le mètre superficiel, quatre francs dix centimes.	4 10	

5. FERBLANTERIE & ZINGUERIE

Chenaux soit cimaise avec doublage, y compris goutte pendante et bride à chaque mètre.		75
Le mètre superficiel, dix francs.	10 —	
Plus value pour façon d'une équerre grand calibre.		76
La pièce, un franc cinquante centimes.	1 50	
Plus-value pour façon d'une cimaise grand calibre.		77
La pièce, un franc quarante centimes	1 40	
Façon d'une naissance pour descente.		78
La pièce, un franc	1 —	
Façon d'une naissance avec couloir.		79
La pièce, deux francs cinquante centimes	2 50	
Grille de descente ordinaire.		80
La pièce, deux francs cinquante centimes	2 50	
Corniers de faitage, y compris clous avec calotte ou clous de 0,46 de développement.		81
Le mètre courant, trois francs soixante-dix centimes	3 70	
Chéneaux ordinaires, petit calibre de 0,25 de développement.		82
Le mètre linéaire, deux francs cinquante centimes	2 50	
Plus-value pour équerre d'un chéneau petit calibre.		83
La pièce, soixante-quinze centimes	— 75	
Plus-value pour fond d'un chéneau petit calibre.		84
La pièce, soixante-quinze centimes	— 75	
Canaux en zinc, soit gorges.		85
Le mètre superficiel, huit francs cinquante centimes.	8 50	
Recouvrement de virevents de 0,24 de développement.		86
Le mètre linéaire, deux francs	2 —	
Recouvrement de virevents de 0,32 de développement		87
Le mètre linéaire, deux francs soixante-dix centimes	2 70	
Descentes en zinc n° 12 y compris brides et colliers.		88
Le mètre linéaire, deux francs quatre-vingts centimes.	2 80	
Couloirs à abergement, soudés de 0,24 de développement.		89
Le mètre linéaire, trois francs dix centimes	3 10	

Numéros des prix.		Prix exprimés en chiffres.

6. MENUISERIE

Travaux de menuiserie, y compris la fourniture de bois, colle, clous, clouage, façon, pose et généralement toutes fourniture et mains-d'œuvre entrant dans la confection des ouvrages et toutes les sujétions d'emploi.

90 Porte d'entrée à deux vantaux en bois dur suivant dessin au gré de l'ingénieur.
Le mètre superficiel, quarante-cinq francs . . . . 45 —

91 Guichet de grille, le mètre carré, dix francs . . . . 10 —

92 Plancher en sapin en lames de dix à quinze centimètres sur lambourdage en carrelets de huit sur huit centimètres toutes fournitures et pose.
Le mètre superficiel, six francs . . . . 6 —

93 Aisseliers bruts pour cadre de porte.
Le mètre linéaire, quatre vingt-quinze centimes . . . . — 95

94 Aisseliers propres soit dressés et rabotés et rainés pour briques.
Le mètre linéaire, un franc dix centimes 1 10

95 Aisseliers avec battue et baguette.
Le mètre linéaire, un franc trente centimes 1 30

96 Porte de communication ordinaire à 4 ou 5 panneaux.
Le mètre superficiel, huit francs . . . . 8 —

97 Seuil en bois de noyer, pour porte à un vantail avec six vis.
La pièce, deux francs quatre-vingts centimes 2 80

98 Soubassement de 0,16 de hauteur.
Le mètre linéaire, quatre-vingt-dix centimes . . . . — 90

99 Soubassement de 0,33 de hauteur, avec plinthes et cordons.
Le mètre linéaire, deux francs . . . . 2 —

7. SERRURERIE & QUINCAILLERIE

100 Fers pour sabots de pieux et palplanches, boulons de charpente, etc.
Les cent kilogs, cinquante-cinq francs. . . . . 55 —

101 Vitrages en fer, y compris ferrures et parties ouvrantes.
Le mètre superficiel, vingt francs . . . . 20 —

102 Ferrure d'une grande porte d'entrée, soit pattes d'arrêt, coudées ou non, équerres, gonds, espagnolettes, serrures, poignée à bâton, crochets intérieurs.
La pièce, quatre-vingt-dix francs . . . . 90 —

103 Ferrure d'une porte de communication avec trois fiches ordinaires sans boules, une serrure entaillée, poignée double en laiton.
La pièce, quatorze francs soixante-dix centimes 14 70

8. GYPSERIE

104 Plafonds à deux mains.
Le mètre superficiel, un franc quarante centimes. 1 40

105 Galandage ordinaire.
Le mètre superficiel, deux francs cinquante centimes. 2 50

106 Gypsage sur murs, à une main.
Le mètre superficiel, quarante-cinq francs . . . . 45 —

9. PEINTURE

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix.
Peinture à trois couches, dont une au minium de plomb sur fers de charpente, y compris toutes fournitures et échafaudages nécessaires.		107
Le mètre superficiel, un franc soixante centimes.	1 60	
Peinture à trois couches avec mêmes sujétions de façon et d'emploi que ci-dessus.		108
Le mètre superficiel, un franc dix	1 10	
Peinture à l'huile sur bois naturel, une couche huile chaude, deux couches huile teintée et une couche de vernis préparé à l'huile, compris échafaudages.		109
Le mètre superficiel, un franc soixante-dix centimes	1 70	
Peinture à trois couches ordinaires pour les boiseries intérieures.		110
Le mètre superficiel, un franc cinq centimes	1 05	
Peinture au vernis copal sur bois dur.		
1° Une couche, le mètre superficiel.	— 50	111
2° Deux couches, le mètre superficiel	— 80	112
Peinture à l'huile naturelle :		
1° Une couche, le mètre superficiel	— 45	113
2° Deux couches, le mètre superficiel	— 75	114
Raccords en faux bois des ferrures d'une grande porte d'entrée.		115
La porte, six francs	6 —	
Peinture des fers blancs à trois couches, dont une de minium.		116
Le mètre superficiel, un franc	1 —	

10. VITRERIE

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix.
En verre simple, 3e choix.		117
Le mètre superficiel, trois francs cinquante centimes	3 50	
En verre mi-double 3e choix.		118
Le mètre superficiel, quatre francs cinquante centimes.	4 50	
En verre double, 3e choix.		119
Le mètre superficiel, six francs	6 —	
Plus-value pour pose à bain de mastic.		120
Le mètre superficiel, soixante-quinze centimes.	— 75	

11. LOCATIONS

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix.
Location, y compris tous frais d'agrès, d'entretien, d'usure et de transport à pied d'œuvre d'une grande pompe montée sur échafaudage ou sur bateau, capable d'élever en une heure de 300 à 500 mètres cubes d'eau à une hauteur moyenne de 7 mètres y compris échafaudage ou le bateau, la locomobile de 20 à 25 chevaux, la transmission, le tuyautage, les crépines, tous autres agrès, le personnel et les matières consommables.		
La journée de 24 heures : vingt francs.	20 —	121
L'heure de travail effectif : six francs	6 —	122
Location comme ci-dessus, mais d'une pompe moyenne capable d'élever en une heure de 100 à 200 mètres cubes d'eau à une hauteur moyenne de 7 mètres, avec locomobile de 8 à 10 chevaux.		

Numéros des prix.		Prix exprimés en chiffres.
123	La journée de 24 heures, quinze francs.	15 —
124	L'heure de travail effectif : quatre francs	4 —
	Location comme ci-dessus d'une pompe plus petite fournissant de 60 à 100 mètres cubes d'eau par heure avec son moteur et ses agrès de tuyaux.	
125	La journée de 24 heures : dix francs	10 —
126	L'heure de travail effectif : deux francs cinquante centimes.	2 50

Matériaux trouvés dans les fouilles

127	Réduction à faire subir au décompte pour les matériaux, moëllons, cailloux, sable ou gravier provenant des fouilles, rétrocédés à l'entrepreneur pour être employés dans les ouvrages de son entreprise.	
	Le mètre cube, un franc	1 —

Annexe V

RÉGIE CO-INTÉRESSÉE

SÉRIE DE PRIX

POUR LA

CONSTRUCTION DES ÉGOUTS COLLECTEURS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES

I. TERRASSEMENTS

A) Travaux à l'entreprise

	Prix exprimés en chiffres	
Terrassements à toute profondeur y compris l'étayage de la fouille. L'étayage des bâtiments ainsi que le battage de palplanches (fournitures et main d'œuvre) comptés à part (les éboulements seront comptés).		1
Le mètre cube, deux francs trente-cinq centimes.	2 35	
Plus-value pour fouilles dans la vieille maçonnerie, le cube des démolitions n'est pas déduit de celui des terrassements.		2
Le mètre cube, quatre francs	4 —	
Défonçage de chaussée.		3
Le mètre carré, un franc	1 —	
Dépavage.		4
Le mètre carré, vingt centimes	— 20	
Reconstruction de chaussée.		5
Le mètre carré, soixante-quinze centimes	— 75	
Matériaux neufs pour la chaussée.		6
Le mètre cube, quatre francs	4 —	
Transport à la brouette de un mètre cube de déblais de toute nature, ou de moellons sera réglé par la formule fr. $0,008(D+12H)$ formule dans laquelle $D=$distance horizontale et H distance verticale.		7
Transport au tombereau des mêmes matériaux à un premier hectomètre.		8
Le mètre cube, cinquante-un centimes.	— 51	

Numéros des prix.		Prix exprimés en chiffres
9	Plus-value pour chaque hectomètre après le premier. Toute fraction au-dessus d'un demi-hectomètre sera comptée pour un hectomètre. Toute fraction au-dessous d'un demi-hectomètre ne sera pas comptée.	
	Le mètre cube, onze centimes	— 11
10	Charpente en sapin pour pieux.	
	Le mètre cube, quarante-huit francs	48 —
11	Charpente en sapin pour palplanches et moises.	
	Le mètre cube, cinquante-huit francs	58 —
12	Arrachage de palplanches.	
	La pièce, trois francs	3 —
13	Arrachage de pieux.	
	La pièce, six francs	6 —
14	Recepage de pieux hors de l'eau.	
	La pièce, un franc	1 —
15	Fers pour sabots de pieux, boulons, etc.	
	Le kilogramme, cinquante-cinq centimes	— 55
16	Bois pour ponts, passerelles, supports de colonne d'eau seront au compte de la Ville et selon les prix suivants :	
	Location.	
17	Bois jusqu'à $0^m,18$ de diamètre.	
	Le mètre linéaire, soixante-dix centimes	— 70
18	Bois de $0^m,19$ de diamètre et au-delà.	
	Le mètre cube, trente francs	30 —
19	Plateaux de $0^m,04$ à $0^m,07$ d'épaisseur.	
	Le mètre carré, deux francs cinquante centimes.	2 50
20	Planches de $0^m,027$ d'épaisseur.	
	Le mètre carré, un franc vingt-cinq centimes	1 25
	Fournitures.	
21	Lattes en bois scié de 0,03 × 0,04.	
	Le mètre linéaire, quinze centimes.	— 15
22	Plateaux de 0,07 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, quatre francs quatre-vingt-dix centimes.	4 90
23	Plateaux de 0,06 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, quatre francs vingt-cinq centimes	4 25
24	Plateaux de 0,055 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, trois francs quatre-vingt-dix centimes	3 90
25	Plateaux de 0,04 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, trois francs cinquante centimes	3 50
26	Plateaux de 0,034 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, trois francs.	3 —
27	Planches de 0,027 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, un franc soixante centimes	1 60
28	Feuilles de 0,015 à 0,02 d'épaisseur.	
	Le mètre carré, un franc quarante centimes	1 40
29	Bois en grume.	
	Le mètre cube, quarante-huit francs	48 —

	Prix exprimés en chiffres.	Numéros des prix
Bois scié avec tolérance de flaches.		30
Le mètre cube, cinquante-huit francs	58 —	
La paille, les branchages, empierrements, palplanches pour étayage des fouilles, l'étayage des bâtiments seront payés par la Ville et selon les prix suivants :		31
La paille et les branchages : le prix d'achat plus 15 % de bénéfice.		32
L'empierrement avec matériaux provenant des fouilles.		33
Le mètre cube, trois francs	3 —	
Les palplanches de 0,03 à 0,06, les bois pour étayage des bâtimente selon les nos 17 à 30 de la présente série, le battage des dites palplanches se fera en régie.		34
Terre à batardeau trouvée dans les fouilles et contenant au moins 30 % d'argile, y compris le triage, transport, pilonnage et régalage, le mètre cube, mesuré en fouille, tombereau ou wagonnet.		35
Deux francs trente-cinq centimes.	2 35	

B) Régie

Main-d'œuvre.

		Prix exprimés en chiffres.	Numéros des prix
Terrassements : piqueur,	l'heure	— 60	36
Terrassier ou manœuvre,	»	— 47	37
Terrassier avec scaphandre,	»	5 —	38
Terrassier avec pantalon,	»	1 50	39
Terrassier avec bottes,	»	— 80	40
Charpente : contre-maître	»	— 75	41
Charpentier,	»	— 60	42
Manœuvre,	»	— 47	43
Contre-maître mécanicien ou serrurier, l'heure	. . . .	— 90	44
Mécanicien ou serrurier	»	— 70	45
L'éclairage autour des chantiers et pour les travaux de nuit sera au compte de la Ville et selon les prix suivants :			46
Lampes de mineur (pour une nuit ou pour 12 heures consécutives	. . .	— 20	47
Falots à huile	» » . .	— 30	48
Flambeaux résine, la pièce	. . . .	— 60	49
Flambeaux à pétrole (pour une nuit ou pour 12 heures consécutives	. .	1 50	50
Location de chaînes, fers, etc., par kilog. et par jour.	. . . .	— 001	51
Location de cordes à main, la pièce par jour	. . . .	— 05	52
Tous les épuisements, location et main-d'œuvre sont au compte de la Ville.			53

Pompes centrifuges.

	Prix exprimés en chiffres.	Numéros des prix
Les frais d'installation, de fonctionnement et d'entretien sont au compte de la Ville.		54
Location d'une pompe capable d'élever en une heure de 300 à 500 mètres d'eau à une hauteur moyenne de 7 mètres.		55
La journée de 24 heures, vingt francs	20 —	
Location comme ci-dessus, mais d'une pompe moyenne capable d'élever en une heure de 100 à 200 mètres d'eau.		56
La journée de 24 heures, quinze francs	15 —	
Location d'une pompe fournissant de 60 à 100 mètres cubes à l'heure.		57
La journée de 24 heures, dix francs	10 —	

Numéros des prix — Prix exprimés en chiffres

Pompes a bras.

58 L'entretien est à la charge de la Ville. Elles sont louées à la journée de 12 heures consécutives. L'emploi de la pompe pendant tout ou partie du jour compte pour une journée entière.

L'emploi de la pompe pendant tout ou partie de la nuit compte pour une journée entière.

59 Location d'une pompe de 500 litres de débit.
La journée, six francs . . . . 6 —

60 Location d'une pompe à balancier.
La journée, deux francs soixante-quinze centimes 2 75

61 Location d'une pompe à banque.
La journée, deux francs vingt-cinq centimes 2 25

62 Location d'un gaume.
La journée, quinze centimes. . . . . — 15

63 Les reprises en sous-œuvre se feront en régie.

64 Il y aura une plus-value de 50 % sur la main d'œuvre en régie faite de nuit.

2. MAÇONNERIES

65 Béton n° 1 avec mortier de chaux lourde de Virieu n° 1.
Le mètre cube, dix-huit francs soixante-dix centimes 18 70

66 Béton n° 2 avec mortier de chaux lourde de Virieu n° 2.
Le mètre cube, dix-sept francs quatre-vingt-quinze centimes 17 95

67 Béton n° 3 avec mortier de chaux lourde de Virieu n° 3.
Le mètre cube, seize francs quatre-vingt-quinze centimes 16 95

68 Béton n° 4 avec mortier de ciment St-Sulpice n° 1.
Le mètre cube, quarante-deux francs et cinq centimes 42 05

69 Béton n° 5 avec mortier de ciment St-Sulpice n° 2.
Le mètre cube, trente-un francs et quarante centimes 31 40

70 Béton n° 6 avec mortier de ciment St-Sulpice n° 3.
Le mètre cube, vingt-cinq francs quatre-vingt-dix centimes 25 90

Maçonnerie de moellons bruts de Meillerie.

71 Avec mortier de chaux hydraulique n° 2.
Le mètre cube, dix-neuf francs cinquante-cinq centimes 19 55

72 Avec mortier de chaux légère.
Le mètre cube, dix-huit francs vingt-cinq centimes 18 25

73 Avec mortier de ciment St-Sulpice n° 2.
Le mètre cube, vingt-sept francs soixante centimes 27 60

74 A pierres sèches pour perrés et autres ouvrages.
Le mètre cube, onze francs cinq centimes 11 05

75 Plus-value pour parements de moellons têtués, y compris jointoyage.
Le mètre superficiel, six francs . . . . 6 —

76 Maçonnerie de pierres de taille de Thoiry pour socles, pilastres, corniches, y compris toutes fournitures, approches, poses, ainsi que la taille de un ou deux parements.
Le mètre cube, cent dix francs . . . . 110 —
(Le cube n'est pas déduit de la maçonnerie ordinaire.)

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix
Maçonnerie de moellons piqués d'assises régulières en roche de Thoiry, y compris toutes fournitures, approches et poses, ainsi que la taille des parements et rejointements.		77
Le mètre superficiel, dix-huit francs	18 —	
Maçonnerie de libage en roche de Thoiry pour fondations, y compris toutes fournitures, approches et poses.		78
Le mètre cube, cinquante-cinq francs	55 —	
Enrochements, y compris transport, emmétrage, approche, toutes fournitures comprises.		79
Le mètre cube, cinq francs cinquante centimes	5 50	
Taille droite en troisième ou quatrième parement.		80
Le mètre superficiel, quatre francs	4 —	
Taille d'arêtes de moulures rectilignes.		81
Le mètre linéaire, un franc cinquante centimes	1 50	
Taille d'arêtes de moulures curvilignes.		82
Le mètre linéaire, deux francs vingt-cinq centimes	2 25	
Enduits avec mortier de ciment St-Sulpice n° 1, y compris toutes fournitures, dégradage, façon de l'enduit et lissage.		83
Le mètre superficiel sur (0m,03) trois centimètres d'épaisseur, trois francs quatre-vingt-cinq centimes	3 85	
Pour chaque centimètre en plus ou en moins, il sera ajouté ou retranché.		84
Soixante-dix centimes.	— 70	
Observation. Pour le béton on comptera le cube réellement exécuté.		85
Cintrage pour égouts ovoïdes. Le développement intérieur complet de la section de l'égout étant compté comme cintrage.		86
Le mètre superficiel, deux francs	2 —	
Empierrement sur voûte avec matériaux provenant de l'égout.		87
Le mètre cube, quatre francs.	4 —	
Maçonnerie à pierres sèches pour murettes, etc.		88
Le mètre cube, onze francs cinq centimes	11 05	

Régie

	Prix exprimés en chiffres	Numéros des prix
Journée de contre-maître, l'heure, quatre-vingt centimes	— 80	89
» maçon » soixante centimes	— 60	90
» manœuvre » quarante-sept centimes	— 47	91
Seront payés en régie les éclairages pour travaux de nuit, chape et cintrage, en un mot tous les éclairages en général, les préservatifs contre le gel, les suppléments de ciment ou chaux pour béton coulé dans l'eau ou dans des endroits difficiles, tous les épuisements et batardeaux pour épuisements; la moitié du nettoyage de cuvette et les locations d'outils.		92
Fourniture de ciment Portland, les 100 kilogrammes	10 —	93
» prompt »	8 —	94
» de chaux »	5 —	95
Les travaux dont les prix ne seraient pas prévus dans le présent bordereau seront payés selon le Moniteur de la Ville de Genève ou à défaut selon les prix présentés dans les précédents attachements.		96

Annexe VI

CONVENTION

pour la construction et l'installation des turbines et pompes

Entre Messieurs :

Arthur-Edward Pictet, vice-président, et Théodore Turrettini, membre du Conseil administratif de la Ville de Genève,

d'une part ;

Et Messieurs Escher, Wyss et Cie, constructeurs-mécaniciens à Zurich,

d'autre part.

Il a été convenu ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

MM. Escher, Wyss et Cie, constructeurs, s'engagent à exécuter pour la Ville de Genève, d'après les plans et devis présentés le 22 mars 1884, les appareils mécaniques suivants, à savoir :

A. — Quatre[1] turbines à réaction système Jonval avec pivot supérieur et vannage sur le distributeur, calculées : 1° pour une chute de 3,700 mètres et un débit de 6000 litres par seconde; 2° pour une chute de 1,680 mètres et un débit de 13,350 litres à la seconde et faisant dans les deux cas 210 chevaux de force effective et comprenant les pièces suivantes : 1° une plaque de fondation pour la colonne de la crapaudine ; un manteau annulaire en deux parties; un distributeur à trois couronnes, en deux parties, divers détails pour les vannages des deux couronnes intérieures du distributeur ; un couvercle conique en deux parties sur le distributeur, avec un palier intermédiaire pour l'arbre de la turbine; une roue de turbine à trois couronnes en deux pièces; un support avec palier pour l'arbre de la turbine et une crapaudine en fonte; un arbre de turbine creux, un arbre massif avec tête, un pivot et une colonne pour la crapaudine en acier ; divers arbres pour la commande du vannage, les boulons et clavettes en fer forgé ; les coussinets du palier intermédiaire en gaïac; trois paires de coussinets en métal blanc et en bronze

Du poids d'environ kilos 31.000, fr. 27.000, soit pour quatre turbines fr. 108.000.

B. — Un groupe de pompes à basse pression, composé de deux pompes horizontales à double effet accouplées à angle droit sur l'arbre de la turbine, chacune avec un piston plongeur de 430mm de diamètre et 1100mm de course ; les deux pompes fonctionnant ensemble avec une vitesse de 26 tours à la minute, pouvant élever 15.600 litres d'eau à une pression de 50 mètres

[1] Une cinquième turbine et un second groupe de pompes à basse pression ont été commandés peu après les quatre premières turbines.

Ces deux pompes comprenant les pièces suivantes :

Une plaque de fondation à angle droit avec palier et chapeau, deux plaques de fondation avec deux paires de glissières pour les têtes de pistons, quatre cylindres avec fonds et presse-étoupes, deux pistons, huit cages pour les soupapes, huit soupapes, huit régulateurs de soupapes, divers presse-étoupes et détails en fonte, deux tiges de piston, deux tourillons de tête de piston, deux bielles, deux boulons de manivelle les ressorts de soupape et diverses clavettes en acier, deux têtes de pistons, une manivelle, les boutons et clavettes nécessaires en fer forgé, les coussinets bagues de presse-étoupes, graisseurs, robinets à air, etc., en bronze.

Les deux pompes complètes à basse pression du poids d'environ kil. 35.000, fr. 36.000.

C. — Trois groupes de pompes à haute pression composés chacun de deux pompes horizontales à double effet, accouplées à angle droit sur l'arbre de la turbine, chacune avec un piston plongeur de 260mm de diamètre et 1100mm de course. Les deux pompes fonctionnant ensemble avec une vitesse de 26 tours à la minute, pouvant élever 5335 litres d'eau à une hauteur de pression de 150 mètres.

Les deux pompes comprenant les pièces suivantes : Une plaque de fondation à angle droit avec palier et chapeau. deux plaques de fondation avec deux paires de glissières pour les têtes de piston, quatre cylindres avec fonds et presse-étoupes, deux pistons, huit cages pour les soupapes, divers presse-étoupes et détails en fonte, deux tiges de piston, deux tourillons de tête de piston, deux bielles, deux boutons de manivelle, les ressorts de soupapes et diverses clavettes en acier, deux têtes de piston, une manivelle, les boutons et clavettes nécessaires en fer forgé, les coussinets, bagues de presse-étoupes, graisseurs, robinets à air, etc., en bronze.

Le groupe de deux pompes complètes à haute pression du poids d'environ kil. 30,000, fr. 32,000, soit pour trois groupes fr. 96,000.

Article 2.

La Ville de Genève se réserve de faire exécuter où bon lui semblera les appareils ci-après désignés qui font partie de l'installation générale des turbines et pompes, et dont MM. Escher, Wyss et Cie s'engagent à fournir les plans détaillés, savoir :

Les réservoirs d'air à l'aspiration avec tuyaux correspondants et crépines; les réservoirs d'air de refoulement avec tuyaux de communication avec la conduite principale; les robinets-vannes, appareils indicateurs et de sûreté etc., vannes d'introduction, réservoirs régulateurs de pression. Néanmoins, il reste bien entendu que la construction de ces pièces exerçant une influence importante sur la bonne marche des pompes, MM. Escher, Wyss et Cie se réservent d'approuver les proportions choisies pour ces dits organes.

Dans le cas où la Ville de Genève se déciderait à confier la commande de tout ou partie des appareils ci-dessus indiqués à MM. Escher, Wyss et Cie, ceux-ci s'engagent à les livrer sur la base de leur devis du 22 mars 1884.

Article 3.

MM. Escher, Wyss et Cie devront fournir :

1° Les plans, coupes et élévations des appareils soigneusement cotés.

2° Un mémoire explicatif justifiant les dispositions et dimensions proposées et faisant connaître les efforts auxquels sont soumis les principaux organes.

En outre les dessins comprendront, indépendamment des dispositions des machines, celles des fondations des canaux d'amenée et des canaux de fuite, ainsi que les dimensions principales du bâtiment et tous les détails nécessaires à l'installation des turbines et pompes.

MM. Escher, Wyss et Cie vérifieront, de concert avec les délégués du Conseil administratif, avant de commencer la pose, si les travaux ont été exécutés conformément aux plans présentés ou aux modifications apportées en cours d'exécution et approuvées par les parties intéressées.

Article 4.

Paiements.

MM. Escher, Wyss et Cie s'engagent à fournir et à poser les dites turbines et pompes pour la somme de deux cent quarante mille francs (240,000 fr.) dont le paiement s'effectuera comme il suit :

Des acomptes pourront être délivrés aux entrepreneurs pour chaque groupe jusqu'à concurrence des chiffres ci-après :

Trois dixièmes, lorsqu'ils justifieront de l'achèvement dans leurs ateliers des principales pièces et appareils.

Trois dixièmes, après l'arrivée complète des pièces de chaque groupe.

Deux dixièmes, après la réception provisoire.

Les deux derniers dixièmes seront payés à l'expiration de la première et de la deuxième année de garantie.

ARTICLE 5.

Délai d'exécution.

Les quatre pompes et turbines devront être livrées fonctionnant, au plus tard le 1er octobre 1885.

Toutefois, MM. Escher, Wyss et Cie auront un délai de deux mois pour chaque turbine et pompe, après la livraison de l'emplacement rendu terminé.

ARTICLE 6.

Pénalités en cas de retard.

Dans aucun cas, les travaux ne seront interrompus, et en cas de contestation la marche n'en sera pas ralentie.

En cas de retard, ils subiront pour chaque groupe qui n'aura pas été terminé en temps utile, une retenue fixée à 25 francs par jour pour chacun des quinze premiers jours de retard; fr. 50 pour chacun des jours suivants et ainsi de suite. en doublant le taux de la retenue pour toute nouvelle période de quinze jours, sans préjudice des mesures de régie ou autres qui pourraient être prises contre eux.

Il est entendu toutefois que s'il se produisait, par le fait des constructeurs, un retard de moins de trois mois dans la mise en marche des machines, la seule pénalité prévue ci-dessus sera appliquée. Passé ce délai, les constructeurs seront passibles de dommages-intérêts.

ARTICLE 7.

Mode d'exécution des ouvrages.

Tous les ouvrages seront loyalement exécutés dans toutes leurs parties et composés de matériaux de la meilleure qualité. Le poids des appareils à construire ne devra pas être inférieur à cinq pour cent des chiffres indiqués au § 1 du présent contrat.

Au-dessous du chiffre, les constructeurs seraient passibles d'une réduction de prix proportionnelle à la diminution de poids. Il ne sera pas accordé de majoration de prix aux constructeurs pour le cas où les poids dépasseraient les chiffres indiqués.

ARTICLE 8.

Réception provisoire.

Lorsque le groupe de turbines et pompes sera terminé, la Ville de Genève fera procéder à leur réception provisoire, qui ne sera prononcée que si les ouvrages sont bien et loyalement exécutés, et s'ils satisfont aux conditions de rendement souscrites par les constructeurs ou si la différence entre le rendement garanti ne dépasse pas les limites fixées à l'article 11.

ARTICLE 9.

Constatation du rendement.

Le rendement des appareils sera constaté ainsi qu'il suit par trois experts dont un nommé par chacune des parties et le troisième par les deux autres. En cas de désaccord ce dernier sera nommé par le Président du Tribunal civil.

Les essais seront faits en présence des délégués des parties ou celles-ci dûment appelées.

La hauteur de chute devra être comprise à l'époque de ces expériences entre $1^m,68$ et $3^m,70$. On cherchera

autant que possible à faire les essais dans les deux cas extrêmes; on déterminera par plusieurs essais faits pour la même chute le rendement moyen obtenu pour cette chute.

On fera ensuite la moyenne des rendements obtenus pour les deux chutes extrêmes. Cette moyenne sera considérée comme le résultat définitif obtenu. Pendant les essais on fera en sorte que les turbines fonctionnent avec leurs anneaux ouverts complètement et non pas avec des anneaux seulement partiellement ouverts. Sous la chute maximum par exemple l'anneau extérieur seul fonctionnnera, les deux anneaux intérieurs étant tous deux complètement ouverts. Sous la chute minimum, par contre, les trois anneaux seront complètement ouverts.

Le détail des expériences sera réglé souverainement par les experts. On fera fonctionner les machines dans leurs conditions normales et l'on constatera :

1° Le travail effectif effectué qui sera mesuré par le volume d'eau pompé à la pression indiquée au manomètre du réservoir d'air, augmentée de la hauteur d'aspiration.

2° La dépense d'eau motrice en jaugeant le volume débité par le moteur au moyen du moulinet Wolbmann.

3° La chute motrice par un nivellement de l'eau dans le canal d'amenée à 75m en amont de l'axe de la turbine et à 20m au delà de l'extrémité aval de l'aqueduc de fuite. La décision des experts sera prise à la majorité des voix.

Article 10.

Délai de garantie.

Le délai de garantie sera de deux ans à partir de la réception provisoire. Pendant ce temps les entrepreneurs seront entièrement responsables du bon fonctionnement des machines et devront remplacer à leur frais toute pièce défectueuse, soit pour vice de construction ou de pose, soit par mauvaise qualité de matières, soit par insuffisance dans les dimensions.

Article 11.

Pénalités et primes.

L'effet utile dans les conditions de chute extrême les plus défavorables étant fixé à 58 % les adjudicataires subiraient pour chaque groupe une retenue progressive de fr. 1200 pour chacun des cinq premiers centièmes en moins et de fr. 2400 pour chacun des centièmes suivants jusqu'à huit centièmes en moins.

Réciproquement, dans le cas où la moyenne des résultats obtenus dans les conditions de chute extrême dépasserait 62 %, les constructeurs recevront une prime progressive égale à la retenue indiquée ci-dessus de fr. 1200 pour les cinq premiers cinquièmes au-dessus de 62 % et de fr. 2400 pour chacun des centièmes suivants.

Dans le cas où le rendement serait inférieur à 50 % les constructeurs seraient en droit de faire les modifications qu'ils jugeraient nécessaires pour obtenir le résultat voulu. Dans le cas où ce résultat ne serait pas réalisé dans un délai d'un an après les essais, l'administration de la Ville pourrait refuser les machines défectueuses.

Dans ce cas les entrepreneurs devraient les enlever à leurs frais dans le délai qui leur serait fixé, après avoir restitué à la Ville de Genève tous les acomptes qu'ils auraient reçus.

L'administration aurait du reste la faculté de conserver les machines en location pendant un délai d'une année à partir de la fin des essais en payant aux constructeurs une redevance calculée au prorata de la durée de la location et à raison de dix pour cent du montant de la soumission pendant un an; les entrepreneurs ne devront du reste, enlever les machines que successivement, de façon à permettre leur remplacement sans que l'usine subisse de chômage.

Article 12.

Atlas des dessins d'exécution.

Dans un délai de trois mois après la signature du présent contrat, les entrepreneurs devront fournir les dessins d'ensemble et de détails des machines commandées.

Après l'achèvement des travaux, ils livreront ou compléteront l'atlas de ces dessins.

ARTICLE 13.

Modifications au projet.

MM. Escher, Wyss et Cie ne pourront apporter en cours d'exécution aucune modification aux dispositions du projet accepté, à la forme et au poids des principales pièces, à la nature des matériaux employés, etc., sans en avoir obtenu l'autorisation écrite. Cette autorisation laissera d'ailleurs intacte leur responsabilité au point de vue du bon fonctionnement et du rendement des machines.

ARTICLE 14.

Responsabilité.

Il ne sera alloué aux adjudicataires aucune indemnité à raison de pertes, avaries ou dommages occasionnés par accident, négligence, imprévoyance, inexécution d'ordres de service, défaut de moyens, fausses manœuvres, mesures inexactes. Ils resteront, toutefois dans le droit commun à l'égard des autres entrepreneurs.

ARTICLE 15.

Election de domicile.

MM. Escher, Wyss et Cie désignent pour les représenter à Genève, MM. Hentsch et Cie comme fondés de pouvoirs chez lesquels ils élisent domicile; ce domicile est attributif de juridiction.

ARTICLE 16.

Frais d'acte.

Le traité d'adjudication ne sera soumis à aucun frais de timbre, enregistrement ou autres à la charge des adjudicataires.

Fait à Genève en double exemplaire, le 8 août 1884.

Th. TURRETTINI, Ed. PICTET.

ESCHER, WYSS et Cie.

RÈGLEMENT GÉNÉRAL & TARIF DES ABONNEMENTS

POUR LES RÉSEAUX A HAUTE PRESSION

(EAU MÉNAGÈRE & EAU INDUSTRIELLE)

Arrêté du Conseil Administratif du 12 Novembre 1886



Nature des abonnements.

ARTICLE PREMIER. — Le Service des eaux fournit, dans la Ville de Genève et dans les communes environnantes, des concessions d'*eau ménagère*, d'*eau industrielle* et d'*eau motrice*.

Est réputée *concession industrielle*, toute concession affectée aux besoins de l'industrie, bains, lavoirs, machines à vapeur, etc., consommant au moins 200 mètres cubes par mois.

Unité de l'abonnement.

ART. 2. — Chaque propriété particulière doit avoir un branchement séparé, avec prise d'eau distincte sur la voie publique; les concessions sont attachées à l'immeuble pour lequel elles ont été établies, et ne peuvent être transférées d'un immeuble à un autre.

Dispositions générales.

ART. 3. — Les concessions s'accordent aux propriétaires, ou aux locataires régulièrement autorisés par leurs propriétaires.

ART. 4. — L'engagement du Conseil administratif n'est consenti qu'*à titre précaire;* il ne peut, en conséquence, en résulter aucun droit à une réclamation quelconque, ou à des dommages-intérêts, dans le cas où une réduction dans la quantité d'eau fournie, ou même une suppression totale serait décidée. L'Administration ne pourra toutefois se prévaloir de cette réserve qu'en avertissant par lettre six mois avant la fin de l'année courante.

ART. 5. — Dans les rues où il n'y a pas encore de conduits publics, l'Administration en fera poser dès que le produit annuel des abonnements souscrits par les intéressés représentera le dixième de la dépense à effectuer pour la canalisation.

L'Administration demeure, du reste, juge de l'opportunité de la canalisation, de la dimension du conduit à placer, ainsi que de tous les frais d'établissement.

ART. 6. — L'Administration se réserve d'apprécier les cas où une concession d'eau industrielle ou motrice peut être accordée.

Elle est toujours libre de refuser toute demande de concession qui lui paraîtrait présenter des inconvénients ou ne pas offrir des garanties suffisantes.

Demandes d'abonnements, leur forme et leur durée.

Art. 7. — Les demandes d'abonnements sont adressées sur papier libre à l'Ingénieur du Service des eaux, qui les soumet à l'approbation de l'Administration municipale.

Elles doivent indiquer le mode de livraison des eaux, l'importance de la consommation prévue et les usages auxquels les eaux seront employées.

Art. 8. — Les abonnements sont constatés par polices signées en double par le délégué du Conseil administratif et l'abonné.

Celles-ci indiquent la quantité souscrite et les conditions particulières de l'abonnement.

Art. 9. — Les abonnements sont consentis pour un an, à partir du 1er janvier qui suit l'ouverture de la concession. Ils sont ensuite renouvelables, par tacite reconduction, d'année en année, jusqu'à dénonciation de part ou d'autre, conformément aux articles 4 et 10.

Résiliation ou mutation.

Art. 10. — L'abonné qui veut résilier ou réduire son abonnement doit en prévenir l'ingénieur du Service des eaux, avant le 30 novembre de l'année courante; à défaut de déclaration, l'engagement est renouvelé pour une année.

Art. 11. — En cas de mutation, par vente, décès ou autres causes, de l'immeuble pourvu d'une concession d'eau ménagère, le nouveau propriétaire sera de plein droit substitué à l'ancien pour la jouissance de la concession, aux conditions stipulées. Il devra signer le plus tôt possible l'acte de substitution. Sur son refus, la prise d'eau sera fermée et acquise à la Ville.

Art. 12. — Il en sera de même pour les concessions d'eau industrielle ou motrice; toutefois, en cas de vente ou de cession de l'établissement abonné, l'Administration se réserve le droit de résilier la police.

Art. 13. — La prise d'eau sera fermée et acquise à la Ville : 1° à la fin de l'abonnement; 2° en cas de contravention aux clauses du présent règlement.

Mode de livraison des eaux.

Art. 14. — Le mode de livraison des eaux aura lieu par un des systèmes suivants :

1° Par écoulement constant et régulier, réglé par un robinet de jauge;

2° Par compteur;

3° A forfait pour bouches à eau en cas d'incendie.

L'Administration se réserve toutefois de livrer de l'eau dans des cas spéciaux par estimation et sans jaugeage, ou de telle autre façon qu'elle jugera convenable.

Travaux d'embranchement.

Art. 15. — L'installation de l'eau chez les particuliers comprend deux parties :

a) L'embranchement entre le conduit public et l'appareil jaugeur;

b) La distribution intérieure.

L'un et l'autre se font aux frais de l'abonné, mais l'embranchement ne peut être fait que par les soins du Service des eaux, tandis que pour la distribution intérieure au delà de l'appareil de jauge, l'abonné peut employer tel ouvrier qu'il lui plait.

Art. 16. — La prise se fait pour concession à la jauge et compteurs ordinaires en tuyaux de cuivre de 20mm de diamètre.

Les tuyaux intérieurs doivent être apparents et facilement accessibles dans toute leur longueur jusqu'à l'appareil jaugeur.

Robinet de jauge.

Art. 17. — Pour les *concessions à la jauge*, l'eau est livrée aux robinets de service; elle est mesurée à 1m50 au-dessus de la conduite.

Cette opération sera faite par l'Ingénieur du Service des eaux, en présence du propriétaire, si celui-ci le désire.

Il en sera de même pour toute modification à ces robinets.

Art. 18. — Les *robinets de service* se composeront : d'un robinet de sûreté, d'un robinet de jauge et d'un robinet de réglage; ils seront placés dans un regard construit sous la voie publique à proximité de la propriété à desservir.

Compteur.

Art. 19. — Sur la demande expresse de l'abonné, l'eau sera délivrée au *compteur*.

Dans ce cas, l'Administration établira chez l'abonné un compteur d'un système admis par elle.

Art. 20. — L'Administration ne garantit pas les effets du gel; l'abonné doit se prémunir contre le gel en enveloppant le compteur et les conduits, s'ils ne sont pas placés dans un endroit convenable.

Art. 21. — L'emplacement du compteur devra être d'un accès facile, et choisi de façon que le chiffre des consommations puisse être exactement relevé.

Il ne pourra être situé que dans les caves ou au rez-de-chaussée.

Art. 22. — Le compteur sera posé et maintenu par des vis ou scellements sur une plate-forme fixe et parfaitement horizontale; ses raccords sur les tuyaux d'arrivée et de sortie de l'eau seront plombés avec l'empreinte du cachet de la Ville.

Art. 23. — En cas de livraison au compteur, il y aura lieu d'observer les règles suivantes, si la colonne montante n'aboutit pas à un réservoir :

a) La colonne montante devra être terminée par un coussin d'air.

b) Tous les robinets intérieurs devront être à pression, c'est-à-dire ne se fermer que par plusieurs tours de vis, de façon à éviter les coups de bélier.

c) Toute alimentation directe de chaudière à vapeur et d'effets d'eau pour water-closet est interdite; elle doit s'opérer au moyen d'un petit réservoir muni d'un flotteur.

Bouches à incendie particulières.

Art. 24. — Les bouches à incendie sont composées d'une robinet d'arrêt, placé sur la voie publique, et d'un ou plusieurs robinets à pression avec raccords pour tuyaux flexibles.

Les robinets à pression sont plombés, et les scellés ne devront s'enlever qu'en cas de feu.

Art. 25. — L'utilisation de l'eau pour tout autre objet est interdite, sous peine de *cent francs* d'amende. L'enlèvement des plombs, ainsi que toute lésion faite à ceux-ci, soit par hasard, soit par malveillance, doit être signalé à l'Ingénieur du Service des eaux.

Toute nouvelle apposition de scellés est facturée deux francs.

Surveillance.

Art. 26. — La vérification de la marche des compteurs sera faite aussi souvent que l'Administration le jugera convenable; pour l'exécution de cette mesure, les abonnés devront donner toutes facilités aux agents du Service des eaux.

La quantité d'eau dépensée sera constatée, dans la règle, les premiers jours et vers le milieu de chaque mois.

Art. 27. — En cas de doute sur les indications du compteur, il sera enlevé et essayé, dans les ateliers du Service des eaux, en présence des intéressés; si l'erreur dépasse soit en plus, soit en moins, le 5 %, il y aura lieu de rectifier les factures fournies pour tout le trimestre précédent.

Si le compteur est trouvé exact, dans la limite du 5 %, et que ce soit l'abonné qui ait demandé la vérification, il en supportera les frais.

Art. 28. — L'Ingénieur du Service des eaux doit être prévenu de suite de tout dérangement des compteurs. Lorsqu'il sera constaté que par accident, par usure ou pour toute autre cause, le compteur n'indique plus exactement le volume d'eau dépensée. l'Administration aura le droit de compter l'eau consommée, depuis la dernière observation jusqu'au moment où le compteur aura été réparé, en la supposant égale au double de la dépense moyenne des trois derniers mois.

Responsabilités.

Art. 29. — Il est interdit aux abonnés, sous peine de fermeture de la concession et de poursuites judiciaires, de faire usage de clefs du modèle du Service des eaux, ou même de les conserver en dépôt.

Art. 30. — L'abonné est responsable de toute modification ou changement apporté aux robinets de service ou au compteur.

Il est passible d'une amende de *cent francs*, sans préjudice de dommages-intérêts, s'il touche ou laisse toucher à ces appareils; en outre la livraison d'eau lui sera immédiatement supprimée, jusqu'à ce qu'il ait payé l'amende et le coût des travaux nécessaires pour remettre les choses en état.

Cette suspension ne donnera lieu à aucune réduction de prix sur l'abonnement.

Art. 31. — L'Administration ne prend aucune responsabilité à l'égard des avaries provenant des concessions, Les abonnés devront faire placer à l'intérieur de leur habitation un second robinet d'arrêt faisant décharge, dont le propriétaire ou les intéressés doivent faire usage pour arrêter immédiatement l'eau en cas d'accident.

Art. 32. – Les abonnés sont exclusivement responsables, envers les tiers, des dommages auxquels l'établissement ou l'existence de leur concession pourrait donner lieu.

Ils sont de même responsables des accidents ou dégradations qui peuvent se produire, soit par malveillance, soit par négligence, soit par défaut de conservation ou d'entretien de leurs appareils et robinets (notamment par le gel), ou par toute autre cause.

Interdiction de céder l'eau.

Art. 33. — En dehors de l'immeuble auquel la concession est affectée, et sauf le cas d'incendie, il est formellement interdit à tout abonné de faire aucune cession, gratuite ou à prix d'argent, de tout ou partie du volume d'eau à lui concédé,. même du trop plein de la concession, sous peine de voir son abonnement supprimé, avec réserve de dommages-intérêts au profit de la Ville.

Interruption des eaux.

Art. 34. — Les abonnés ne pourront réclamer aucune indemnité pour les interruptions momentanées du service, résultant soit les gelées, des sécheresses et des réparations des conduites ou réservoirs, soit du chômage des machines d'exploitation, soit de toutes autres causes analogues, et notamment de celles de force majeure; mais il leur sera tenu compte, en déduction du prix de l'abonnement, de tout le temps d'interruption du service qui excéderait huit jours consécutifs, à dater du jour où la réclamation aura été inscrite au bureau du Service des eaux.

Art. 35. — Dans le cas d'arrêt de l'eau, l'abonné doit prévenir immédiatement l'Ingénieur du Service des eaux, par lettre ou en inscrivant sa réclamation sur le registre déposé, à cet effet, au bureau de la Machine hydraulique. Il n'est tenu aucun compte des réclamations non signées.

Des ouvriers spéciaux sont employés à rechercher de suite la cause des interruptions ou des irrégularités signalées et à y remédier.

Art. 36. — Dans le cas où l'interruption ne proviendra pas du fait de la concession, mais de quelque défectuosité dans l'établissement intérieur, ou de quelque accident (rupture, gel, etc.) incombant au propriétaire, la note des frais occasionnés et de la visite réclamée, dont le prix est fixé à *deux francs*, sera envoyée à l'abonné. .

ART. 37. — De même, les frais de fermeture et de réouverture des prises d'eau, opérées soit sur la demande des abonnés, soit en cas d'abus ou de négligence, seront à leur charge. Ces frais seront d'*un franc* à chaque opération, et devront être payés au moment de la réouverture, entre les mains de l'agent chargé de ce soin, sur la production d'une quittance administrative.

Sinistres.

ART. 38. — En cas d'incendie d'une certaine importance, les conduites et les réservoirs des concessionnaires seront mis gratuitement à la disposition de l'autorité, si elle le requiert.

Frais d'embranchement.

ART. 39. — Les frais d'installation de la prise d'eau sous la voie publique, non compris les robinets de service, sont fixés à forfait comme suit :

Pour les voies de 8m de largeur et au-dessous, 75 francs.
» » de plus de 8m jusqu'à 12m, 100 »
» » de plus de 12m, 125 »

Pour les prises supérieures à 30mm, la canalisation se fera en tuyaux de fonte, dont le prix est fixé d'après un tarif spécial.

ART. 40. — Les travaux ne seront entrepris qu'après payement du devis, fourni par l'Ingénieur du service des eaux ; après l'achèvement des travaux, le décompte en sera établi et envoyé au concessionnaire.

Entretien.

ART. 41. — Les prises d'eau, jusques et y compris les robinets de service, seront entretenues par la Ville aux frais des abonnés.

Fourniture et pose des appareils de jaugeage.

ART. 42. — L'Administration fournit et pose les robinets de jauge au prix de *vingt-cinq francs*.

Les compteurs sont facturés au prix de revient ; dans ce cas, l'entretien se fait par la Ville aux frais de l'abonné.

Compteurs en location.

ART. 43. — La Ville se charge de la fourniture et de l'entretien des compteurs, moyennant une redevance annuelle qui ne pourra excéder le 12 % du prix du compteur.

Cependant toute dégradation ne provenant pas d'usure, mais du fait de l'abonné, sera réparée à ses frais.

Prix de l'eau (haute pression).

1° A LA JAUGE :

ART. 44. — Le prix d'abonnement est de *soixante francs*[1] par an par chaque litre d'eau passant en une minute aux robinets de service.

ART. 45. — L'Administration peut accorder aux abonnés, prenant au moins *cinq* litres, des *abonnements supplémentaires trimestriels.*

Le prix de chaque litre supplémentaire est de *six francs par mois.*

2° AU COMPTEUR :

ART. 46. — Pour l'eau vendue au compteur, le prix du mètre cube est fixé comme suit :

[1] Le prix est de fr 48 pour le réseau à basse pression (voir plus loin tarif K).

A. *Eau ménagère.* —	A fr. 0,18 c.	pour une	consommation	annuelle de	1 à 400	mètres cubes.
	» 0,15 c.	»	»	»	401 à 2000	»
	» 0,13 c.	»	»	»	supérieure à 2000	»
A. *Eau industrielle.* —	» 0,12 c.	»	»	mensuelle de	1 à 400	»
	» 0,10 c.	»	»	»	401 à 2000	»
	» 0,09 c.	»	»	»	supérieure à 2000	»

Art. 47. — La police d'abonnement au compteur pour eau ménagère sera établie sur un *minimum* de 400, 800 ou 1200 mètres cubes à livrer annuellement.

Le minimum sera payé par l'abonné au prix du tarif, quand bien même la consommation serait inférieure.

Art. 48. — Le droit annuel pour bouche à incendie particulière est de *vingt francs* pour la première et *cinq francs* pour les suivantes.

Art. 49. — L'Administration se réserve la faculté de réduire les prix ci-dessus lorsqu'il s'agira :

1° D'établissements publics, municipaux ou cantonaux.

2° D'établissements particuliers dont l'existence serait de nature à intéresser la salubrité publique.

Art. 50. — Dans aucun cas, à aucun titre et pour aucune cause que ce soit, il ne pourra être fait de concession gratuite permanente.

Paiements

Art. 51. — Le prix de l'*abonnement à la jauge* doit être payé dans le courant de janvier, ainsi que les *abonnements annuels à forfait* pour *moteurs* ou *bouches à eau*, les *surtaxes* et les *locations de compteurs*.

Art. 52. — Pour les *concessions nouvelles*, les *augmentations* et les *suppléments*, le paiement a lieu dans le premier mois de la fourniture.

Art. 53. — Chaque abonné à une *concession d'eau ménagère au compteur* devra payer d'avance, dans le courant de janvier la somme correspondant au *minimum* exigible de la concession; quant à l'*excédent*, il sera réglé au 31 décembre et payé en janvier, pour l'année échue.

Art. 54.—Le prix de l'*eau industrielle* vendue au compteur devra être payé dans la quinzaine qui suit l'envoi de la facture du mois précédent

Art. 55. — Toute note de frais d'établissement, de réparations, visites, amendes ou autres, doit être payée dans le mois de sa remise.

Art. 56. — A défaut de paiement régulier à l'époque prescrite, la fourniture sera suspendue sur un simple avertissement par lettre et après l'expiration d'un délai de *huit jours*. Cette suspension ne dispensera point l'abonné du paiement intégral de son abonnement de l'année courante.

Art. 57. — Le présent règlement sera mis en vigueur à partir du 1er janvier 1887 et s'appliquera, tant aux concessions nouvelles, qu'à celles qui seraient continuées par tacite reconduction.



Annexe VIII

Règlement général et conditions des abonnements à la force motrice hydraulique

du 28 Mai 1886

Article premier. — Le Service des eaux de la Ville de Genève fournit la force motrice soit à forfait pour un travail constant de dix, onze, douze ou vingt-quatre heures par jour, soit au compteur pour un travail intermittent. Le coût du cheval-vapeur pour ces divers modes de distribution est indiqué sur les tarifs respectifs publiés par l'Administration.

Art. 2. — L'Administration se réserve d'apprécier les cas où un moteur hydraulique peut être établi. Elle reste toujours libre de refuser toute demande de concession qui lui paraît présenter des inconvénients ou ne pas offrir des garanties suffisantes.

Art. 3. — Dans les rues où il n'y a pas encore de conduites à haute pression, l'Administration en fera poser dès que le produit annuel des abonnements souscrits par les intéressés représentera le $^1/_{10}$ de la dépense à effectuer pour la canalisation.

Elle demeure du reste juge de l'opportunité de la canalisation, de la dimension du conduit à placer, ainsi que de tous les frais d'établissement.

Art. 4. — Les concessions s'accordent aux propriétaires ou aux locataires régulièrement autorisés par leurs propriétaires.

Art. 5. — La livraison de l'eau s'opère au moyen de conduites branchées sur la conduite publique existant dans la rue. Si l'eau est distribuée au compteur, ce dernier devra être placé de manière à être en tout temps facilement accessible aux employés du Service des eaux.

Art. 6. — Le concessionnaire est responsable de toute modification ou changement apporté au compteur.

Il est passible d'une amende de *cent francs*, sans préjudice des dommages et intérêts, s'il touche ou laisse toucher aux appareils de distribution ou de réception de l'eau; en outre la livraison de l'eau lui sera retirée jusqu'à ce qu'il ait payé l'amende et le coût des travaux nécessaires pour remettre les choses en état.

Art. 7. — Les fouilles, regards, embranchements, pavés, etc., nécessaires pour l'établissement de la concession, en un mot tout le travail nécessaire pour mener l'eau de la conduite publique au moteur est exécuté par l'Administration de la Ville aux frais de l'abonné. Le coût des frais d'installation doit être payé avant le commencement des travaux.

Art. 8. — Les réparations nécessitées par une cause quelconque à la partie des appareils posée par la Ville sont toujours exécutées par la Ville. Les notes de frais, envoyées de suite, doivent être payées dans la quinzaine qui suit l'envoi de la facture.

A défaut de paiement à l'époque prescrite, la fourniture sera suspendue sur un simple avertissement par lettre et après l'expiration d'un délai de huit jours.

Art. 9. — Les abonnés sont responsables envers les tiers des dommages auxquels l'établissement ou l'existence de leur concession pourrait donner lieu. Ils sont de même responsables des accidents ou dégradations qui peuvent se produire, soit par malveillance, soit par négligence, soit par défaut de conservation et d'entretien de leurs appareils et robinets (notamment par le gel) ou par toute autre cause.

ART. 10. — Le moteur et son compteur doivent être de la meilleure construction connue, présentant toutes les conditions de régularité et de bon fonctionnement: ils doivent être agréés par l'Administration.

Dans le cas de moteur à cylindre, le cylindre sera jaugé avec soin, de façon à permettre de compter très exactement l'eau dépensée.

L'Administration des eaux doit être prévenue de suite de tout dérangement du compteur; elle a le droit d'évaluer l'eau dépensée pendant le dérangement, en comptant pour chaque jour écoulé depuis le moment constaté du dernier fonctionnement du compteur, une somme de dix francs pour un moteur d'un cheval, vingt francs pour un moteur de deux chevaux, etc.

ART. 11. — Les demandes de concession doivent indiquer la dépense maximum en eau que le moteur comporte.

Les abonnements au compteur sont soumis à un minimum annuel de taxe de :

60	francs pour	un moteur de	$^1/_4$ à $^1/_2$ cheval
100	»	»	$^1/_2$ à 1
150	»	»	1 à 2
300	»	»	2 à 5
500	»	»	5 à 10
800	»	»	10 à 20
1500	»	»	20 à 40

Au-dessus de 40 chevaux, le minimum exigé est de fr. 35 par cheval installé.

Toutefois, l'Administration peut dans certains cas spéciaux fixer un minimum supérieur.

ART. 12. — L'Administration ou son représentant a toujours le droit de visiter à toute heure les moteurs et de noter les chiffres du compteur.

Si, dans ces visites, il est constaté que certaines réparations doivent être faites au moteur ou au compteur, celles-ci devront se faire dans la quinzaine qui suivra l'avertissement, à défaut de quoi l'Administration pourra soit retirer à l'abonné sa concession, soit faire exécuter d'office et aux frais de l'abonné les réparations nécessaires.

ART. 13. — Sauf arrangement spécial, l'eau concédée comme force motrice ne peut être employée par l'abonné à d'autres usages. La Ville de Genève se réserve le droit de l'utiliser, si elle le juge à propos, les frais nécessités pour cela restant d'ailleurs à sa charge.

ART. 14. — Le prix de l'abonnement au compteur est fixé proportionnellement à la dépense mesurée au compteur de la machine motrice. Ce prix doit être payé dans la quinzaine qui suit l'envoi de la facture du mois précédent.

A défaut de paiement régulier à l'époque prescrite, la fourniture sera suspendue sur un simple avertissement par lettre et après l'expiration d'un délai de *huit jours*.

Cette suspension ne dispensera point l'abonné du paiement intégral de son abonnement de l'année courante.

ART. 15. — Le prix d'abonnement de force motrice à forfait sera payable par trimestre et d'avance.

En cas de non paiement la fourniture sera suspendue comme il est indiqué à l'article précédent.

ART. 16. — Le présent règlement laisse subsister toutes les clauses des règlements généraux des 7 octobre 1881 et 12 novembre 1886 qui ne lui sont pas contraires.

Annexe IX

Règlement général et conditions [1] des abonnements à la force motrice électrique

du 21 Février 1890

Article premier. — La Ville de Genève fournit la force motrice soit à forfait pour un travail constant de dix, onze, douze ou vingt-quatre heures par jour, soit au compteur pour un travail intermittent. Le coût du cheval-vapeur pour ces divers modes de distribution est indiqué sur les tarifs respectifs publiés par l'Administration.

Art. 2. — L'Administration se réserve d'apprécier les cas où un moteur électrique peut être établi. Elle reste toujours libre de refuser toute demande de concession qui lui paraîtrait présenter des inconvénients ou ne pas offrir des garanties suffisantes.

Art. 3. — Dans les rues ou routes où il n'y a pas encore de conduites électriques, l'Administration en fera poser dès que le produit annuel des abonnements souscrits par les intéressés représentera le $^1/_{10}$ de la dépense à effectuer pour la canalisation.

Elle demeure du reste juge de l'opportunité de la canalisation, de la dimension des câbles à placer, ainsi que de tous les frais d'établissement.

Art. 4. — Les concessions s'accordent aux propriétaires ou aux locataires régulièrement autorisés par leurs propriétaires.

Art. 5. — La livraison de l'électricité s'opère au moyen de conduites branchées sur la conduite publique. Si l'électricité est distribuée au compteur, ce dernier devra être placé de manière à être en tout temps facilement accessible aux employés du Service des Forces motrices.

Art. 6. — Le concessionnaire est responsable de toute modification ou changement apporté au compteur.

Il est passible d'une amende de *cent francs*, sans préjudice des dommages et intérêts, s'il touche ou laisse toucher aux appareils de distribution ou de réception de l'électricité, en outre la livraison de l'électricité lui sera retirée jusqu'à ce qu'il ait payé l'amende et le coût des travaux nécessaires pour remettre les choses en état.

Art. 7. — Les fouilles, regards, embranchements, pavés, etc., nécessaires pour l'établissement de la concession, en un mot tout le travail nécessaire pour mener l'électricité de la conduite publique au moteur est exécuté par l'Administration de la Ville aux frais de l'abonné. Le coût des frais d'installation doit être payé avant le commencement des travaux.

Art. 8. — Les réparations nécessitées par une cause quelconque à la partie des appareils posée par la Ville sont toujours exécutées par la Ville. Les notes de frais, envoyées tout de suite, doivent être payées dans la quinzaine qui suit l'envoi de la facture.

A défaut de paiement à l'époque prescrite, la fourniture sera suspendue sur un simple avertissement par lettre et après l'expiration d'un délai de huit jours.

Art. 9. — Les abonnés sont responsables envers les tiers des dommages auxquels l'établissement ou l'existence de leur concession pourrait donner lieu. Ils sont de même responsables des accidents ou dégradations qui

[1] Le règlement n'est pas encore applicable, le Conseil municipal n'ayant pas encore voté les crédits pour les installations électriques projetées.

peuvent se produire, soit par malveillance, soit par négligence, soit par défaut de conservation et d'entretien de leurs appareils ou par toute autre cause.

Art. 10. — Le moteur et son compteur doivent être de la meilleure construction connue, présentant toutes les conditions de régularité et de bon fonctionnement; ils doivent être agréés par l'Administration.

L'Administration des Forces motrices doit être prévenue de suite de tout dérangement du compteur; elle a le droit d'évaluer l'électricité dépensée pendant le dérangement, en comptant pour chaque jour écoulé depuis le moment constaté du dernier fonctionnement du compteur, une somme de dix francs pour un moteur d'un cheval, vingt francs pour un moteur de deux chevaux, etc.

Art. 11. — Les demandes de concession doivent indiquer la dépense maximum en électricité que le moteur comporte.

Les abonnements au compteur sont soumis à un minimum annuel de taxe de :

60	francs	pour un moteur	de 1/4 à 1/2 cheval.
100	»	»	de 1/2 à 1
150	»	»	de 1 à 2
300	»	»	de 2 à 5
500	»	»	de 5 à 10
800	»	»	de 10 à 20
1500	»	»	de 20 à 40

Au-dessus de 40 chevaux, le minimum exigé est de 35 fr. par cheval installé.

Toutefois l'Administration peut, dans certains cas spéciaux, fixer un minimum supérieur.

Art. 12. — L'Administration ou son représentant a toujours le droit de visiter à toute heure les moteurs et de noter les chiffres du compteur.

Si dans ces visites il est constaté que certaines réparations doivent être faites au moteur ou au compteur, celles-ci devront se faire dans la quinzaine qui suivra l'avertissement, à défaut de quoi l'Administration pourra soit retirer à l'abonné sa concession, soit faire exécuter d'office et aux frais de l'abonné les réparations nécessaires.

Art. 13. — Sauf arrangement spécial, l'électricité concédée comme force motrice ne peut être employée par l'abonné à d'autres usages que la force motrice.

Art. 14. — Le prix de l'abonnement au compteur électrique fait l'objet d'un tarif spécial. Ce prix doit être payé dans la quinzaine qui suit l'envoi de la facture du mois précédent.

A défaut de paiement régulier à l'époque prescrite, la fourniture sera suspendue sur un simple avertissement par lettre et après l'expiration d'un délai de *huit jours*.

Cette suspension ne dispensera point l'abonné du paiement intégral de son abonnement de l'année courante.

Art. 15. — Le prix d'abonnement de force motrice à forfait sera payable par trimestre et d'avance.

En cas de non paiement, la fourniture sera suspendue comme il est indiqué à l'article précédent.

Art. 16. — Le présent règlement laisse subsister toutes les clauses du règlement général du 7 octobre 1881, qui ne lui sont pas contraires.

Annexe X

Les tarifs divers

TARIF A

Distribution de l'eau dans les quartiers populeux

En vue de faciliter la distribution de l'eau dans les quartiers populeux, la Ville prend à sa charge les frais d'établissement des prises d'eau, branchement et colonnes montantes, jusqu'à concurrence des sommes ci-après énoncées, savoir :

Pour les maisons d'un revenu	Ayant au moins	Maximum de l'avance	Durée de l'engagement à prendre par le propriétaire
De Fr. 500 à 1000	2 locataires	Fr. 350	15 ans
» 1001 à 2000	3 »	» 400	17 »
» 2001 à 3000	5 »	» 450	19 »
» 3001 à 4000	7 »	» 500	21 »

Ces subventions sont faites sans augmentation du prix des abonnements tel qu'il est fixé au tarif.

En cas de vente d'un immeuble avant le terme de l'engagement du propriétaire, la partie de l'allocation de la Ville proportionnelle au temps restant à courir sur cet engagement deviendra immédiatement exigible.

TARIF B

Fournitures de force motrice

Le Conseil Administratif offre les avantages suivants aux industriels qui pourront être desservis par le réseau à haute pression :

Moyennant un engagement de dix ans de leur part, la Ville prendra à sa charge l'installation à domicile des turbines motrices, avec leur raccordement à la canalisation passant sous la voie publique, aux conditions ci-après énoncées :

Pour une turbine de	Annuité à payer par l'industriel	Correspondant à une augmentation sur le prix du tarif
5 chevaux	Fr. 150	de Fr. 30 — par cheval
15 »	» 240	» 16 — »
25 »	» 300	» 12 — »
50 »	» 420	» 8 40 »

TARIF C

Eaux ménagères

Le Conseil Administratif a décidé d'offrir aux concessionnaires de fournitures d'eau à la jauge, dont les polices ont été contractées *avant le 1er octobre 1887*, des réductions de tarif pour les litres qu'ils demanderaient en supplément aux chiffres inscrits dans leurs abonnements à ce jour.

Ces réductions sont les suivantes :

6*

1° Pour le réseau à basse pression, le prix du litre est abaissé de fr 48 à 36 par an pour un litre supplémentaire, et à fr. 30 pour deux ou plusieurs litres ;

2° Pour le réseau à haute pression, le prix du litre est abaissé de fr. 60 à 50 pour un litre supplémentaire, et à fr. 45 pour deux litres supplémentaires en plus.

Ces réductions seront valables pour dix ans.

TARIF D

Eaux ménagères, *suppléments semestriels*

Il est accordé aux concessionnaires de fournitures d'eau à la jauge, ayant au moins deux litres d'abonnement fixe et dont les polices ont été souscrites avant le 1er janvier 1889, des abonnements semestriels pour des suppléments d'eau.

Ces abonnements sont accordés aux conditions suivantes :

1° Pour le réseau à basse pression, le prix du premier litre supplémentaire est fixé à fr. 24, et celui de chacun des suivants à fr. 21.

2° Pour le réseau à haute pression, le prix du premier litre supplémentaire est fixé à fr. 36, et celui de chacun des suivants à fr. 30.

Ces conditions ne sont consenties que pour la durée de chaque police.

TARIF E

Eau d'arrosage

Il est accordé aux conditions des règlements du 7 octobre 1881 et du 12 novembre 1886, et pour autant que la quantité d'eau disponible le permettra, aux concessionnaires de fournitures d'eau ménagère dont les polices ont été souscrites avant le *30 octobre 1889*, des abonnements pour des suppléments d'eau destinés à l'arrosage.

L'eau concédée dans ce but devra être utilisée directement ; elle sera livrée du *1er avril au 1er octobre*, et, dans la règle, *de sept heures du soir à sept heures du matin*.

L'abonné payera dans le mois de mars le minimum fixé pour la catégorie dans laquelle il désire faire inscrire sa concession, et toute sa consommation en eau d'arrosage sera entièrement comptée au prix indiqué dans la catégorie qu'il aura choisie.

Les compteurs d'eau seront livrés soit par l'abonné, selon l'un des types adoptés par l'Administration, soit par celle-ci à raison d'une location annuelle représentant le 12 % de la valeur du compteur.

Les abonnements ci-dessus ne sont consentis qu'à titre précaire.

Catégorie	Minimum de Consommation pour chaque exercice	BASSE PRESSION		HAUTE PRESSION	
		Prix du mètre cube	Minimum d'abonnement par exercice et par catégorie	Prix du mètre cube	Minimum d'abonnement par exercice et par catégorie
	Mètres cubes	Centimes	Francs	Centimes	Francs
I	600	4,5	27 —	8,0	48 —
II	1,000	3,5	35 —	6,0	60 —
III	2,000	2,7	54 —	4,5	90 —
IV	3,000	2,5	75 —	4,0	120 —
V	4,000	2,4	96 —	3,7	148 —
VI	6,000	2,3	138 —	3,5	210 —
VII	10,000	2,2	220 —	3,3	330 —

Réseau à haute pression

TARIF F

COUT DE LA FORCE MOTRICE PAR ANNÉE ET PAR CHEVAL

pour 300 jours de travail à dix heures par jour

Nombre de Chevaux	Prix par année et par cheval	Nombre de Chevaux	Prix par année et par cheval	Nombre de Chevaux	Prix par année et par cheval	Nombre de Chevaux	Prix par année et par cheval
	Fr		Fr.		Fr		Fr
1	500	22	201	43	180	64	159
2	500	23	200	44	179	65	158
3	488	24	199	45	178	66	157
4	440	25	198	46	177	67	156
5	400	26	197	47	176	68	155
6	366	27	196	48	175	69	154
7	336	28	195	49	174	70—71	153
8	310	29	194	50	173	72—73	152
9	288	30	193	51	172	74—75	151
10	268	31	192	52	171	76—77	150
11	251	32	191	53	170	78—79	149
12	241	33	190	54	169	80—81	148
13	236	34	189	55	168	82—83	147
14	229	35	188	56	167	84—85	146
15	223	36	187	57	166	86—87	145
16	218	37	186	58	165	88—89	144
17	213	38	185	59	164	90—92	143
18	209	39	184	60	163	93—95	142
19	205	40	183	61	162	96—99	141
20	203	41	182	62	161	100	140
21	202	42	181	63	160		

Observations. — Ces prix sont majorés de 1/5 pour une durée de travail de douze heures par jour, et de 50 % pour vingt-quatre heures. — Ces conditions sont valables jusqu'à 115 mètres de pression d'eau; si la pression au lieu de livraison de la force est plus faible, l'eau motrice sera livrée au compteur d'eau. — A partir de cinq chevaux, un régulateur automatique de consommation d'eau est exigé. — Ce tarif est soumis aux conditions du règlement du 28 mai 1886.

TARIF G

Réseau à haute pression. — Eau motrice au compteur

CONSOMMATION MENSUELLE AU DELA DE	PRIX DU MÈTRE CUBE	OBSERVATIONS
Mètres cubes.	Centimes.	
0	9,0	
500	8,5	
1,000	8,0	
1,500	7,5	
2,000	7,0	
2,500	6,5	
3,000	6,0	Ce tarif est soumis aux conditions du règlement du 28 mai 1886.
3,500	5,5	
4,000	5,0	
5,000	4,5	
6,000	4,0	
8,000	3,5	
10,000	3,0	
35,000	2,5	
75,000	2,0	

Nota. — Ce tarif n'est pas applicable aux abonnés dont la dépense pour eau motrice, du 1er avril au 30 septembre, est sensiblement supérieure à celle du reste de l'année.

TARIF H

Éclairage électrique

La force utilisée par des turbines spécialement affectées à la production de la lumière électrique est vendue aux conditions suivantes :

RÉSEAU DE	FORCE PAR CHEVAL ET PAR HEURE	LIMITE DE PRESSION	Au delà de la limite de pression, la force est vendue au mètre cube d'eau motrice
Basse pression.	Fr. 0,15	40 mètres	Fr. 0,02
Haute pression.	» 0,15	115 »	» 0,05

A partir de cinq chevaux, un régulateur automatique de consommation d'eau est exigé.

Ce tarif est soumis aux conditions du règlement du 28 mai 1886.

TARIF I

Abonnements d'eau pour petits appareils

	DÉSIGNATION DES APPAREILS	PRIX PAR AN
		Francs.
1	Petite turbine, n° 00 D, pour 300 jours de dix heures.. .	30 —
2	Petite turbine, n° 0 D, pour machines à coudre :	
	a) Pour atelier.	60 —
	b) Pour ménage.	30 —
3	Petit ventilateur, n° 1 D.	10 —
4	Soufflerie destinée à un feu de forge, n° 1 D, pour 300 jours de dix heures..	100 —

Réseau à basse pression

TARIF K

Prix de l'eau.

1° A LA JAUGE :

ART 46. — Le prix d'abonnement est de *quarante-huit francs* par an par chaque litre d'eau passant en une minute aux robinets de service.

ART. 47. — L'Administration peut accorder aux abonnés, prenant au moins *cinq* litres, des *abonnements supplémentaires trimestriels*.

Le prix de chaque litre supplémentaire est de *cinq francs par mois*.

2° AU COMPTEUR :

ART. 48. — Pour l'eau vendue au compteur, le prix du mètre cube est fixé comme suit :

A. *Eau ménagère.* —	A fr. 0,15 c.	pour une	consommation	annuelle de	1 à 100	mètres cubes.
	» » 0,13 c.	»	»	»	101 à 2,000	»
	» » 0,11 c.	»	»	supérieure	à 2,000	»
B. *Eau industrielle.* —	» » 0,10 c.	»	»	mensuelle de	1 à 400	»
	» » 0,09 c.	»	»	»	101 à 2,000	»
	» » 0,08 c.	»	»	supérieure	à 2,000	»
C. *Eau motrice.*	» » 0,07 c.	»	»	de	1 à 400	»
	» » 0,06 c.	»	»		401 à 2,000	»
	» » 0,05 c.	»	»	supérieure	à 2,000	»

ART. 49. — La police d'abonnement au compteur pour eau ménagère sera établie sur un *minimum* de 400, 800 ou 1200 mètres cubes à livrer annuellement.

N.-B. — Le règlement général du réseau à basse pression, du 7 octobre 1881, est le même que celui du réseau à haute pression (voir Annexe VII).

Le tarif d'eau motrice à basse pression a subi en 1889 les réductions suivantes :

10 °/o	pour moteurs	ayant fonctionné	moins de	750	heures.
17 °/o	»	»	»	1500	»
24 °/o	»	»	»	2250	»
30 °/o	»	»	plus de	2250	»

Convention avec la Société d'appareillage électrique

DU 16 MARS 1887

ARTICLE PREMIER. — La commune de Genève concède aux clauses, charges et conditions ci-après, à la Société d'Appareillage électrique, la faculté d'établir et de conserver des câbles électriques souterrains et aériens destinés à fournir la lumière électrique aux habitants, commerçants et industriels de la Ville, et généralement à toute personne, société ou administration publique qui lui en fera la demande.

Cette faculté s'applique à l'ensemble des voies publiques communales tel qu'il est déterminé par les lois et arrêtés en vigueur.

ART. 2. — Toutes les clauses et conditions à la charge de la Société contenues dans le présent traité pour le service de l'éclairage sont obligatoires pour la Société sur les voies publiques aussi bien que dans les chemins privés situés sur le territoire de la Commune de Genève, en tant que le Gouvernement cantonal et les propriétaires des chemins privés auront autorisé la Société à établir les dits câbles.

ART. 3. — Sauf les exceptions énoncées à l'art. 4, la présente concession prendra fin le 31 décembre 1895.

A l'expiration de la concession à l'époque sus-indiquée, la Ville de Genève aura le droit de racheter, au prix fixé par des experts, tout ou partie de l'installation, et ne sera tenu à aucune indemnité pour la cessation des opérations de la Société et la reprise de l'exploitation.

Dans le cas où la Ville de Genève ne rachèterait pas tout le réseau souterrain utile appartenant à la Société, celle-ci aurait un délai de trois années pendant lesquelles elle continuera son exploitation, de façon à laisser à la Ville le temps nécessaire pour substituer tout autre système d'éclairage.

ART. 4. — En dérogation au premier alinéa de l'art. 3, la Ville de Genève se réserve, avant l'expiration de la concession, le droit de rachat des installations de la Société au prix fixé par des experts sur l'une des bases suivantes :

1° Pendant les cinq premières années, le prix de rachat sera établi sur les dépenses effectives faites par la Société pour l'achat et la pose du matériel de l'installation électrique, y compris l'intérêt au 5 % par an des dites dépenses, mais après déduction des dividendes distribués jusqu'au jour du rachat.

La somme ainsi obtenue sera majorée de 10 %. Toutefois cette majoration ne pourra pas être inférieure à fr. 25,000.

2° Pendant les années suivantes jusqu'à l'expiration de la concession, le prix de rachat sera basé sur le bénéfice net réalisé dans la dernière année d'exploitation, capitalisé sur la base du 4 %.

ART. 5. — Toutes les dépenses faites ou à faire pour l'établissement et l'entretien des installations de la Société, soit usines, canalisations souterraines ou câbles aériens, raccordements, consoles, isolateurs, etc., etc., concernant l'entreprise, sont à la charge de la Société.

En général, toutes les indemnités auxquelles les travaux nécessaires pour l'établissement de l'éclairage électrique pourraient donner lieu, sont à la charge de la Société.

ART. 6. — L'Administration municipale n'aliène point par le présent traité le droit de disposer du domaine public communal. En conséquence, le Conseil Administratif pourra faire déplacer et même enlever, aux frais de la Société et sans indemnité, les câbles ou appareils toutes les fois qu'il le jugera nécessaire pour l'usage de la voie publique ou pour tout autre motif d'intérêt municipal.

Toutefois, le Conseil Administratif n'usera de ce droit d'exécuter d'office, que trente heures après avertissement donné par écrit à la Société, et si celle-ci n'a pas fait commencer dans ce délai le travail qui lui sera demandé.

En cas de force majeure, le Conseil Administratif aura toujours le droit de faire exécuter les travaux urgents, d'office, aux frais de la Société.

Pour les travaux particuliers autorisés sur la voie publique, le Conseil Administratif aura le même droit, et il pourra en user dans les mêmes formes, aux frais de la Société, sauf le recours auquel elle pourra avoir droit vis-à-vis des particuliers.

ART. 7. — La pose de toute conduite ou de tout câble devra être autorisée au préalable par le Conseil Administratif, lequel, d'accord avec la Société, déterminera le mode de pose à employer entre les voies souterraine ou aérienne, et fixera toutes les conditions d'établissement du travail.

Dans le cours de la première année à dater de l'octroi de la concession, la Société soumettra à l'approbation du Conseil Administratif un projet d'ensemble du réseau des câbles existants et futurs. La Société pourra toujours, avec l'approbation du dit Conseil, modifier ou accroître ce projet d'ensemble comme elle le croira nécessaire.

L'ouverture des tranchées et la pose sur la voie publique de câbles, du matériel et des appareils ne seront entrepris qu'avec l'autorisation du Conseil Administratif ou celle de l'autorité compétente, et la Société se soumettra à toutes les mesures de sûreté et de police qui lui seront indiquées.

Le sol de la voie publique, quelle qu'en soit la nature, les égouts, les canalisations hydrauliques, les tuyaux de gaz, le matériel de voie des tramways, et généralement les objets ou appareils de toute nature faisant partie du sol, et situés sur ou sous la voie publique, qui seront déplacés ou dégradés par le fait ou par suite des travaux de la Société, devront être réparés ou rétablis par elle, jusqu'à parfait raccordement, avec des matériaux de bonne qualité.

La Société sera toujours responsable des tassements, des dégradations, des ouvrages mal exécutés, et de tout accident provenant de ses travaux, tant sur la voie publique que dans les propriétés privées; et faute par elle de faire exécuter sur le premier avertissement les réparations nécessaires, il pourra y être procédé d'office, aux frais de la Société, par le Conseil Administratif.

ART. 8. -- En dehors des clauses et conditions du présent traité, il est bien entendu que la Société se soumettra à toutes les prescriptions de police et à tous les règlements émanant des autorités fédérale, cantonale et municipale, sans que, dans aucun cas, l'Administration municipale puisse être recherchée.

ART. 9. — La présente concession ne constitue pas un monopole en faveur de la Société, l'Administration municipale conservant le droit d'autoriser, en ce qui la concerne, sur le territoire de la Commune, la pose de fils électriques pour une destination quelconque. Toutefois, le Conseil Administratif s'engage à aviser la Société chaque fois qu'une concession ou autorisation lui sera demandée pour l'éclairage électrique, et à ne l'accorder que sur le refus de la Société de traiter aux mêmes conditions.

ART. 10. — Pendant la durée de la présente concession, la Société s'engage à fournir la lumière dans les rues canalisées par elle pour l'éclairage électrique, aux clauses et conditions ci-après :

Eclairage privé.

Par bec de 16 bougies et par heure, au minimum 5 cent.
» 10 » » » 4 »
» 8 » » » 3 »

Pour des becs spéciaux, en dehors des types ci-dessus, le prix minimum de vente aux particuliers sera fixé par le Conseil Administratif, la Société entendue.

ART. 11. — La Société s'engage à utiliser la force motrice hydraulique fournie par la Ville pour actionner toutes ses installations. La force motrice lui sera livrée au compteur d'eau, sur la base du prix de 2 centimes le mètre cube, pour une dépense minimum de 400,000 mètres cubes par année, à utiliser ou à payer par elle.

La force ainsi livrée ne pourra être utilisée que pour la production de la lumière.

La Société se réserve le droit de bénéficier de tous les avantages qui pourront résulter d'un changement de tarif sur le prix de l'eau ou de la force motrice.

ART. 12. — La Société tiendra une comptabilité spéciale comprenant tous les frais, soit de l'installation électrique destinée à l'éclairage de la Ville de Genève, soit de son exploitation.

A la fin de chaque année, il sera procédé à un règlement de compte sur les bases suivantes : après prélèvement des frais généraux spéciaux de cette installation, des sommes suffisantes pour l'amortir dans le délai de la présente concession et de l'intérêt au 6 % des capitaux engagés, le solde du bénéfice restant, s'il y a lieu, sera réparti dans la proportion de 2/3 à la Société et de 1/3 à la Ville de Genève.

Il en sera de même de tout bénéfice résultant de la liquidation.

ART. 13. — La Société d'appareillage électrique établira sa première usine électrique dans les locaux disponibles de l'ancienne machine hydraulique, en l'Ile.

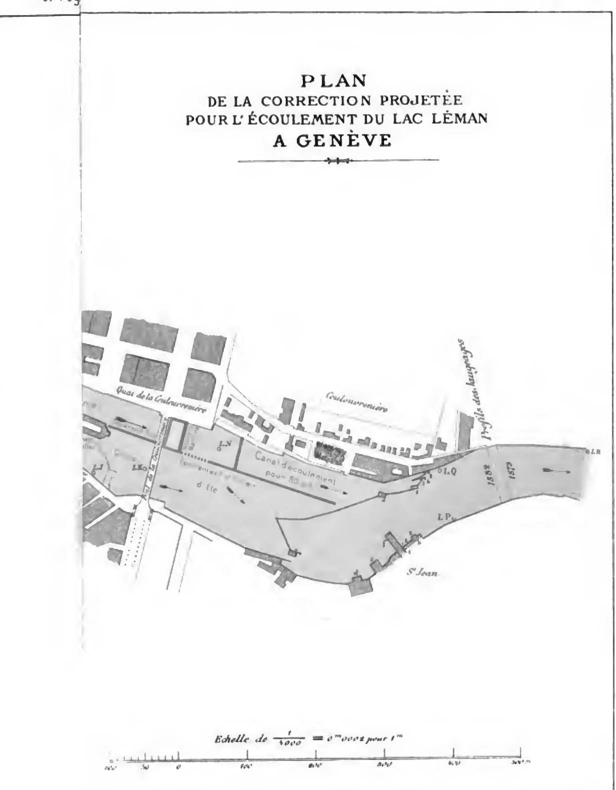
Ces locaux seront fournis par la Ville, au prix annuel de fr. 4000, avec faculté accordée à la Société de sous-louer les locaux non utilisés par elle.

ART. 14. — La présente convention ne concerne que l'éclairage particulier ; s'il convenait ultérieurement à la Ville de Genève de charger la Société de l'éclairage public, il interviendrait, à ce sujet, une convention spéciale.

ART. 15. — La présente concession ne pourra pas être transmise sans l'assentiment de la Ville de Genève.



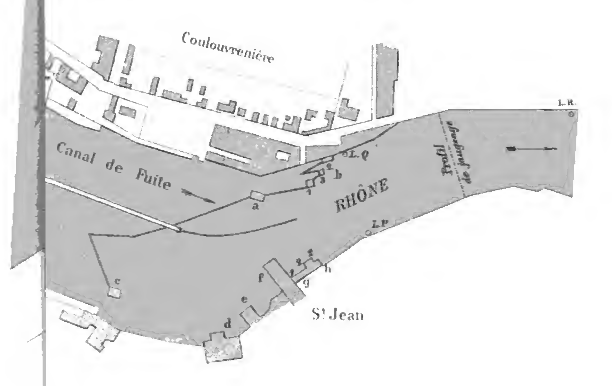
Utilisation des 75
et reg



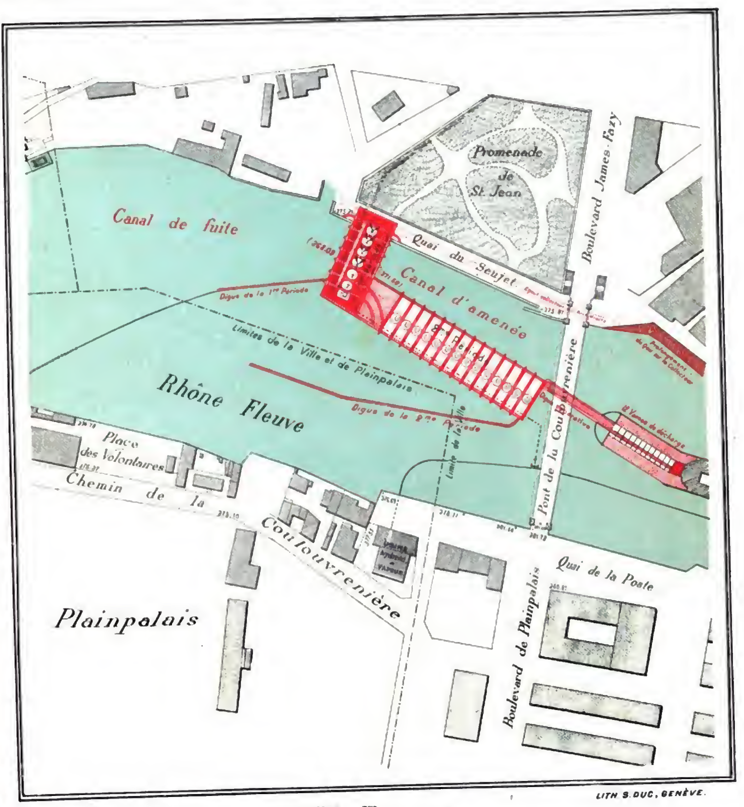
LITH. DUC, GENÈVE

Pl. D.

PLAN
DE SITUATION DU BARRAGE MOBILE & DE L'EMPLACEMENT DU BÂTIMENT DES TURBINES



LITH. DUC, GENÈVE.



LITH. S. DUC, GENÈVE.

3me Projet






Utilisation des forces motrices du
Cabot Science
3 2044 092 025 774
Digitized by Google